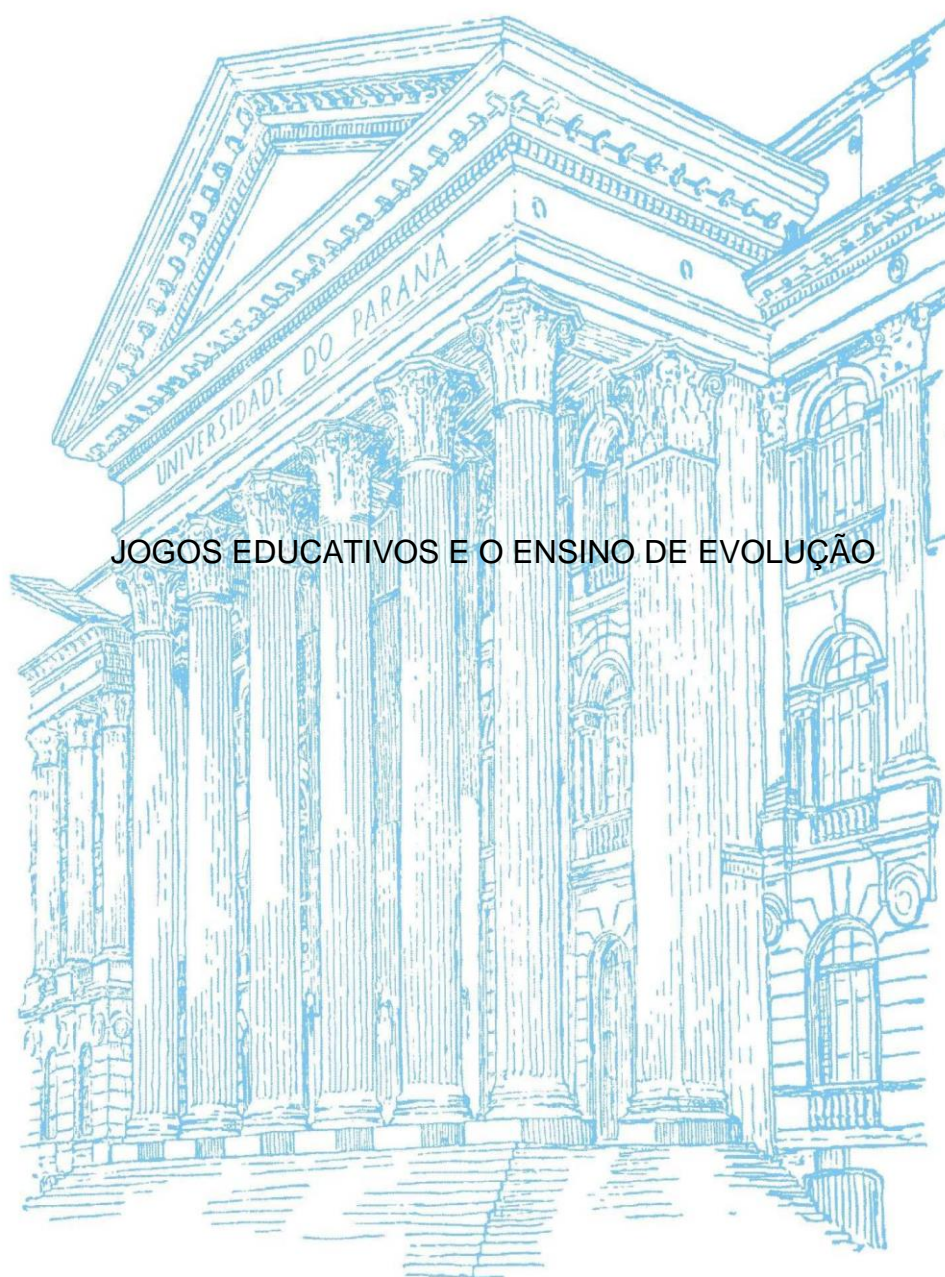


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDER GONÇALVES QUIEROZ

FERNANDO FORTUNATO JERONIMO



JOGOS EDUCATIVOS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO

CURITIBA

2016

EDER GONÇALVES QUIEROZ
FERNANDO FORTUNATO JERONIMO

JOGOS EDUCATIVOS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas, no Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas e Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Odisséa Boaventura de Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Erasto Villa Branco Junior.

CURITIBA

2016

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a todos os professores dos quais usamos os ombros como apoio para enxergarmos mais longe. Dedicamos de forma especial aos mestres: Ana Claudia Bonatto, Carolina Camargo de Oliveira, Edson Antonio Tanhoffer, Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho, Erasto Villa Branco Junior, Fernando Mazzilli Louzada, Gabriel Augusto Rodrigues de Melo, João Carlos Marques Magalhães, Marcelo Müller dos Santos, Márcia Helena Mendonça, Marta Margarete Cestari, Maurício Osvaldo Moura, Odisséa Boaventura de Oliveira, Patrícia Barbosa Pereira, Paulo de Tarso da Cunha Chaves, Paulo Henrique Labiak Evangelista, Rodrigo dos Santos Machado Feitosa e Rosana Moreira da Rocha, que em meio a uma infinidade de profissionais se mostraram excepcionalmente competentes.

*“If I have seen further than others, it is by standing upon the shoulders of
giants.”*

Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

A nossa orientadora, Odisséa Boaventura de Oliveira, pelo acompanhamento sempre preciso e atencioso, e por todo o conhecimento construído nas aulas de Metodologia de Ensino.

Ao nosso coorientador, Erasto Villa Branco Junior, pelo esclarecimento e conhecimento construídos nas aulas de Evolução.

Ao professor Marco Antônio Ferreira Randi, por suas correções e sugestões que auxiliaram na construção deste trabalho.

À Profa Bárbara Yuri Katahira, por suas correções e sugestões que auxiliaram na construção deste trabalho.

Aos servidores dos Setores de Ciências Biológicas e de Educação, que representam de forma majestosa a comunidade da UFPR, que nos ofereceu um ensino gratuito, laico e de qualidade.

RESUMO

A utilização de estratégias de ensino alternativas à aula expositiva faz-se cada vez mais necessária e requisitada por estudantes e professores. Temas como evolução ainda sofrem resistências e seu processo de ensino-aprendizagem é frequentemente prejudicado. Assim, com a finalidade de amenizar estes problemas, o objetivo deste trabalho é realizar uma breve investigação sobre os jogos e sua utilização em sala de aula, analisando estudos já publicados e também propor um novo jogo para a utilização em aulas de evolução. Os resultados revelam que existem poucas propostas de jogos para o ensino de evolução e que ainda são poucos os trabalhos que avaliam com robustez estatística a sua viabilidade em sala de aula, todavia, os trabalhos que o fazem apresentam resultados favoráveis à utilização dos jogos educativos. Sob outra perspectiva, foi possível constatar que é possível incorporar características de jogos com finalidade exclusivamente recreativa para a sala de aula, e que o desenvolvimento, produção e manutenção do material pode ser realizado com um baixo custo.

Palavras-chave: jogo educativo, ensino de biologia, evolução, estratégia de ensino.

ABSTRACT

The use of alternative teaching strategies to the expository class becomes more and more necessary and required by students and teachers of the Brazilian education system, which calls for an emergency reform. In the midst of this structural context of Brazilian education, themes such as evolution still suffer other resistance and its teaching-learning process is often impaired. Thus, in order to mitigate these problems, the objective of this work is to carry out a brief investigation about the games and their use in the classroom, analyzing games already published and proposing a new game for use in evolution classes. The results show that there are few proposals of games for teaching and evolution and that there are still few studies that evaluate with statistical robustness its efficiency in the classroom, however, the works that do present favorable results to the use of educational games. From another perspective, it was possible to see that it is possible to incorporate features of games exclusively for recreational purpose for the classroom, and that the development, production and maintenance of the material can be carried out at a low cost.

Key words: educational game, biology teaching, evolution, teaching strategy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 JOGOS EDUCATIVOS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO	13
1.1 UM BREVE HISTÓRICO DOS JOGOS	13
1.2 AS DEFINIÇÕES DE JOGO	15
1.3 AS CARACTERÍSTICAS DOS JOGOS	17
1.4 AS CATEGORIAS E TIPOS DE JOGOS	18
1.5 OS JOGOS E A APRENDIZAGEM	19
1.6 O ENSINO DE BIOLOGIA	22
1.7 A TEORIA DA EVOLUÇÃO	24
1.8 EVOLUÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA	27
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	30
2.2 PRODUÇÃO DO JOGO	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.1 JOGOS PROPOSTOS PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO	33
3.2 UMA NOVA PROPOSTA DE JOGO PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO.....	35
3.2.1 Características gerais do jogo	35
3.2.2 Manual de regras	38
3.2.3 Guia de conteúdos.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO 1.....	58
ANEXO 2.....	61

INTRODUÇÃO

A teoria da evolução biológica é considerada no meio científico-acadêmico como uma das maiores revoluções científicas da história da humanidade, sendo considerada a maior século XVIII (MAYR, 2009). Esta ideia, assim como muitas outras, passou por um processo histórico-científico de aperfeiçoamento, tendo seus principais argumentos refutados e emendados muitas vezes antes que assumisse o posto de teoria (FREIRE-MAIA, 1988). Mesmo amplamente aceita no meio científico e depois de mais de dois séculos de sua proposição esta teoria ainda enfrenta resistência popular, especialmente por motivos religiosos e socioculturais (DAWKINS, 2009).

O ensino de evolução no Brasil, assim como em outros países, também enfrenta certa resistência por parte dos estudantes que se apresentam avessos a essa teoria por diferentes motivos que variam desde a carência de conhecimento científico até motivações religiosas devido à influência familiar (OLIVEIRA & BIZZO, 2011). Além disso, as constantes reformas educacionais realizadas no Brasil com a finalidade de sanar problemas pedagógicos são, por vezes, esterilizadas por deficiências oriundas da falta de infraestrutura e investimento em todos os níveis de governo (NISKIER, 1996; RIBEIRO, 2001).

São por motivos como estes que cada vez mais os professores recorrem a estratégias de ensino alternativas como gincanas, jogos, dinâmicas e atividades lúdicas. Estas estratégias permitem a apresentação do conteúdo científico de forma lúdica e aceitável pelos estudantes – especialmente àqueles com dificuldade de aprendizagem. Além disso o material utilizado para realização deste tipo de atividade pode ser obtido e mantido com um baixo investimento do professor/escola e possivelmente reutilizado e reciclado para outras atividades.

Dentre as estratégias acima citadas os jogos didáticos podem representar uma alternativa para o ensino de evolução – pelo menos de parte do conteúdo, especialmente por permitirem a abstração durante a construção de conceitos complexos e de origem lógico-matemática, sobretudo têm impacto positivo no desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Sob um outro viés, o material

utilizado para sua execução é geralmente de baixo custo e pode ser facilmente obtido e mantido pelo professor/escola.

Os jogos, em *lato sensu*, são atividades existentes desde os primórdios da civilização humana e assumiram grande relevância para o desenvolvimento cognitivo e social de nossa espécie (BELL, 1983). Além de estimular o desenvolvimento de estratégias para se alcançar um objetivo, os jogos de maneira geral, apresentam um conjunto de normas que balizam o andamento da atividade (SALEN & ZIMMERMAN, 2004). Metaforicamente esta situação não é muito distinta dos problemas que um indivíduo enfrenta na sociedade onde está inserido e que enfrenta limites e precisa tomar decisões para atingir determinados objetivos. Alguns jogos de tabuleiro primitivos, como o Senet (Egito), Mancala (Etiópia) e Xiangqi (China) apresentam mecânicas que consistem na escolha de rotas, troca de recursos e combates envolvendo cerco, proteção de territórios e captura de peças, que apresentam uma clara relação com as atividades humanas de comércio, administração de recursos e guerra (BELL 1979).

Pode-se dizer então, que determinados jogos podem representar simulacros da realidade social de um indivíduo, e o elemento lúdico por eles gerado é um pilar tão relevante para estruturação da sociedade humana quanto é o raciocínio e o trabalho (HUIZINGA, 1955). Uma das evidências que suportam este argumento é o fato de que os jogos são amplamente retratados nas mais diversas culturas e civilizações, sendo datados por arqueólogos além de 2.500 a.C., e ainda são continuamente criados e reformulados, apresentando de forma lúdica e simplificada situações encontradas no mundo real (SUITS, 1967).

Por ter esta característica, de possibilitar a emulação da realidade, os jogos se apresentam com uma possível alternativa e podem ser utilizados como veículo para complementar e otimizar o processo de ensino-aprendizagem (GOBET, RETSCHITZKI & DE VOOGT, 2004). Este fato é corroborado por estudos que indicam um impacto positivo no desenvolvimento cognitivo de crianças estimuladas a jogarem jogos de tabuleiro, não necessariamente de cunho educativo, mas especialmente naqueles que utilizam linguagem lógico-matemática (GHORY, 2004; GOBET, RETSCHITZKI & DE VOOGT, 2004). Nas disciplinas de ciências naturais, como biologia, física, geologia e química, os jogos se apresentam particularmente úteis para a construção de conceitos

complexos que estruturam explicações de fenômenos naturais como reações de química orgânica e ciclo das rochas (DOMINGOS & RACENA, 2010; LOPES & CARNEIRO, 2009). Na área das ciências biológicas, especificamente, existem muitas proposições de jogos abrangendo os diversos domínios da biologia como os botânica (CANTO & ZACARIAS, 2009), genética (JANN & LEITE, 2010) e evolução (VARGENS & NIÑO-EL-HANI, 2011). Todos os estudos acima citados apresentam resultados favoráveis em relação a construção de conceitos chave para o conteúdo aplicado e também apresentam ampla aceitação por parte dos estudantes, o que também é essencial para aplicação deste tipo de atividade.

Por ser viável em sala de aula e ser aceita pelos estudantes, a estratégia dos jogos educativos pode ser uma possibilidade para se transpor algumas barreiras socioculturais, especialmente acerca do ensino de Evolução. Segundo Oliveira & Bizzo (2011) a compreensão de temas ligados à evolução está diretamente ligada a questões religiosas, e estudantes provenientes de famílias cristãs protestantes (evangélicas) se apresentam mais resistentes a determinados assuntos, especialmente em relação à origem e evolução da vida na Terra, se tornando ainda mais crítica em relação à evolução humana.

Contraditoriamente, os estudantes de forma geral, se mostram receptivos a conceitos mais básicos que evidenciam a evolução como a existência de fósseis e a anatomia comparada (OLIVEIRA & BIZZO, 2011). Para o ensino de evolução estratégias como a leitura e debate são recorrentes, tanto para uma construção filosófica do conceito, quanto para respeitar os conflitos que podem ser gerados com a moral religiosa dos estudantes. Esta forma de conduzir a aula tende a ser benéfica se contemplar de forma cabível a filosofia da ciência, buscando a distinção entre os domínios de conhecimento científico e religioso (BLACKWELL, POWELL & DUKES, 2003; SAGAN, 2006). Não obstante a isso, o uso de documentários, visitas em museus, modelos logico-matemáticos, jogos e dinâmicas podem ser utilizados para driblar embates desnecessários em sala de aula e que podem agravar a resistência da classe em compreender o conteúdo (ALTERS & ALTERS, 2001). Estas estratégias se apresentam mais efetivas para consolidação de conceitos básicos do que uma aula expositiva, por exemplo, e assim podem fornecer uma base mais sólida para que o conceito de evolução biológica seja construído e seus argumentos compreendidos (ALTERS & ALTERS, 2001; SAGAN, 2006).

Defende-se aqui o jogo educativo o qual possui elementos lúdicos e educacionais e se apresenta como uma possibilidade para favorecer o processo de ensino-aprendizagem, buscando cativar a atenção dos estudantes e facilitar a participação destes em atividades em sala de aula.

Desse modo, os objetivos deste trabalho são: (A) estudar a relação dos jogos com o processo de ensino-aprendizagem e (B) o desenvolvimento de um jogo educativo para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem do tema evolução.

Para isso tem-se como objetivos específicos:

(1) analisar aspectos históricos dos jogos e da sua utilização pela humanidade; (2) analisar questões relacionadas ao desenvolvimento cognitivo através da utilização de jogos; (3) analisar possibilidades de utilização dos jogos em sala de aula; (4) pesquisar propostas de jogos educativos objetivando o intermédio do ensino-aprendizagem de evolução; (5) apresentar uma proposta de jogo educativo para o ensino de evolução; (6) produzir um guia para otimizar a aplicação e aproveitamento do conteúdo incorporado no jogo; (7) debater as características gerais do jogo que guiaram o seu desenvolvimento.

Sob estes objetivos, o texto que se segue está subdividido em três sessões. A primeira descreve os jogos e o ensino de evolução. A segunda sessão traz sobre os procedimentos metodológicos e a terceira sessão apresenta os resultados e discute sobre o jogo elaborado.

1 JOGOS EDUCATIVOS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO

Essa sessão apresenta sobre jogos e ensino de biologia e de evolução mais especificamente.

1.1 UM BREVE HISTÓRICO DOS JOGOS

Johan Huizinga em sua obra *“Homo Ludens”* de 1971, afirma que o jogo não é um elemento exclusivo da nossa espécie, nem tampouco sua origem está atrelada com o surgimento do homem na terra. O fenômeno é mais antigo que a humanidade e também está presente em outros animais:

Bastará que observemos os cachorrinhos para constatar que, em suas alegres evoluções, encontram-se presentes todos os elementos essenciais do jogo humano. Convidam-se uns aos outros para brincar mediante um certo ritual de atitudes e gestos. Respeitam a regra que os proíbe morderem, ou pelo menos com violência, a orelha do próximo. Fingem ficar zangados e, o que é mais importante, eles, em tudo isto, experimentam evidentemente imenso prazer e divertimento (HUIZINGA, 1971, p.3).

Sabendo disto, foca-se aqui no aspecto antropológico cultural do jogo, mais precisamente no jogo enquanto um elemento de auxílio na educação, o jogo educativo. Para isso, o capítulo “O jogo na Educação” da obra “O Jogo e a Educação Infantil” Kishimoto (1998), foi utilizado como referência base.

Ao longo da história existiram várias concepções em relação ao jogo, em alguns momentos fora tratado como atividade recreativa, como forma de relaxamento às atividades consideradas sérias, como descanso ao trabalho, ou assim como foi considerada a arte, uma maneira de gastar energia física. Somente em uma época mais contemporânea da história, como será visto mais à frente, o jogo começa a ser reconhecido como uma importante ferramenta de auxílio para o ensino (KISHIMOTO, 1994).

Começando pela Grécia antiga, naquela época Platão considerava atividades de brincadeiras mais eficientes para o aprendizado que o uso da repressão ou violência. Aristóteles (*apud* KISHIMOTO, 1998) entendia o jogo como uma forma de entretenimento, lazer, descanso ao trabalho. Para ele, o

trabalho era de grande importância para a natureza humana e o entretenimento uma ferramenta para o descanso da mente, como segue abaixo:

O entretenimento é uma espécie de relaxamento, e temos necessidade de relaxamento porque não podemos trabalhar continuamente. O relaxamento, então, não é uma finalidade, pois recorreremos a ele com vista à continuidade de nossa atividade (Platão *apud* KISHIMOTO, 1998, p.117).

Além disso, Aristóteles (*apud* KISHIMOTO, 1998) acreditava que os jogos que representavam atividades em séries, serviam como um preparo das crianças para a vida adulta.

Para os romanos, os jogos infantis serviam como uma forma lúdica de treinamento de futuros soldados, para a formação de cidadãos disciplinados e obedientes (KISHIMOTO, 1998).

Com a expansão do cristianismo, prioriza-se uma educação mais disciplinadora, com um ensino mais focado em obediência e memorização. O jogo neste contexto começa a ser considerado como uma prática delituosa, assim como a prostituição e a embriaguez (KISHIMOTO, 1998).

Na idade média, a atividade lúdica tem um período de grande desenvolvimento. Em festas, carnavais, teatros e eventos juvenis os jogos de grupo se popularizam. A partir desta época, jogos de cartas, de azar, dados e outros se proliferam e se expandem nos séculos seguintes. O jogo nesta época é considerado uma forma de divertimento, passa tempo, ou até mesmo associado negativamente com uma forma de perder dinheiro e a honra (KISHIMOTO, 1994).

A partir do período Renascentista o jogo começa a ser visto de maneira diferente, tomando um caráter educativo onde:

O aparecimento de novos ideais traz outras concepções pedagógicas que reabilitam o jogo. Durante o Renascimento, a felicidade terrestre, considerada legítima, não exige a mortificação do corpo, mas seu desenvolvimento. Desta forma, a partir do momento em que o jogo deixa de ser objeto de reprovação oficial, incorpora-se no cotidiano de jovens, não como diversão, mas como tendência natural humana (KISHIMOTO, 1998, p. 15).

Para a autora da obra “Histoire des Jeux Éducatifs” Rabecq-Maillard, (*apud* KISHIMOTO, 1998) é neste contexto que o jogo nasce como uma opção educativa.

Com a difusão dos ideais renascentistas, o Século XVII é marcado pela grande expansão dos jogos educativos. Nesta época, diversos estudos afirmam

a importância da imagem e dos outros sentidos para a aprendizagem (KISHIMOTO, 1998).

No século XVIII, a ciência está em uma fase de grande expansão. Neste contexto, surgem jogos destinados ao uso em aulas de ciências, entretanto, neste momento os jogos educativos permanecem restritos no ensino de crianças da realeza e aristocracia. Ainda neste século, ocorre a popularização dos jogos educativos e o entendimento da criança como um ser de natureza distinta do adulto, com necessidades educacionais diferenciadas (KISHIMOTO, 1998).

Desta forma, no século XIX surgem os centros de educação infantil e novas estratégias pedagógicas. Neste período há uma grande utilização de jogos para a aprendizagem de conceitos físicos, matemáticos, entre outros. Os jogos começam a ser utilizados como facilitadores no ensino (KISHIMOTO, 1998).

1.2 AS DEFINIÇÕES DE JOGO

Definir o termo jogo não é um exercício simples, Kishimoto (1994) atribui tal dificuldade ao grande número de fenômenos que são considerados como jogo. Outro fator que a autora levanta é a multiplicidade de significados que a ação lúdica pode ter entre diferentes observadores.

Se para um observador externo a ação da criança indígena, que se diverte atirando com arco e flecha em pequenos animais, é uma brincadeira, para a comunidade indígena nada mais é que uma forma de preparo para a arte da caça necessária à subsistência da tribo. Assim, atirar com arco e flecha, para uns, é jogo, para outros, é preparo profissional. Uma mesma conduta pode ser jogo ou não-jogo, em diferentes culturas, dependendo do significado a ela atribuído. Por tais razões fica difícil elaborar uma definição de jogo que englobe a multiplicidade de suas manifestações concretas. Todos os jogos possuem peculiaridades que os aproximam ou distanciam (KISHIMOTO, 1994, p.106).

Existe a ideia que jogo, brincadeira e brinquedo são sinônimos, o que dificulta ainda mais uma definição clara para ele. Baseando-se na grande elucidação de Kishimoto (1994), em relação às diferenças de brinquedo, brincadeira e jogo, de forma simplista pode-se dizer que o brinquedo se apresenta para o indivíduo como uma possibilidade mais aberta de interação,

sem um conjunto de regras pré-definidas que normatizam sua utilização, como ocorre com o jogo.

O brinquedo está ligado a uma representação da realidade, como carrinhos, bonecas e também com o imaginário pré-existente, super-heróis, monstros, animais míticos, etc; geralmente tem uma conotação material e bastante infantil, enquanto o jogo pode ser imaginário e não está tão implícita a infância. A brincadeira é considerada pela autora como o ato de colocar o lúdico em ação, ou seja, ocorre pela interação do indivíduo com um brinquedo ou na participação de um jogo. Diante disto, ainda que sem a apresentação de uma definição completa do fenômeno chamado de jogo, nota-se que brincadeira, brinquedo e jogo não são sinônimos.

O tema em questão já foi de interesse de vários pesquisadores. Carneiro (2009) faz um levantamento dos vários estudiosos, de diversas áreas do conhecimento que já abordaram estudos sobre o jogo e suas propriedades.

O fenômeno jogo tem sido alvo de investigações em áreas diferentes do conhecimento: entre outras, na Psicologia (Vigotski, Piaget, Winnicott, Elkonin, Buytendijk, Freud etc.); nas Ciências Exatas/Matemática (Eigen e Wincker, Von Neuman e o Nobel John Nash); na Filosofia (Pascal, Schiller, Rousseau, Leibniz, Gadamer, Aristóteles, Platão, Dewey etc.); na Linguística (Cazden, Weir); na História (Huizinga, Caillois, Ariès); na Antropologia (Bateson, Henriot, Brougère etc.); na Educação (Chateau, Vial, Alain, Froebel, Kishimoto, Brenelli, Camargo etc.); na Educação Física (Freire, Bruhns, Marcelino, Paes, Scaglia, etc.) (Carneiro, 2009, p.16).

Buscando um significado etimológico para o termo jogo, consultou-se o dicionário Hauaiss (HOUAISS & VILLAR, 2009). Há várias definições para o conceito de jogo, dentre elas: 1. Atividade cuja natureza ou finalidade é a diversão, o entretenimento; 2. Essa atividade, submetida a regras que estabelecem quem vence e quem perde.

Ambas as definições podem ser suficientes para o sujeito que está apenas procurando uma definição básica do termo. Entretanto, o conceito de jogo é mais rico e ainda envolve outras importantes ideias, levando em consideração a sua face mais complexa, construída socialmente e como um elemento da cultura, Huizinga (1971, p.23) define:

O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida cotidiana".

1.3 AS CARACTERÍSTICAS DOS JOGOS

Os jogos de construção social mais elevada, diferente daqueles mais primitivos que podem ser observados entre os animais e as crianças, possuem características mais nítidas e fáceis de serem observadas. Diante disto, Huizinga em sua obra *“Homo Ludens”* (1971) faz um levantamento de algumas características elementares da grande maioria dos jogos. Tomando como base sua obra, tais características serão apresentadas no texto a seguir.

Segundo Huizinga (1971, p. 8), *“antes de mais nada, o jogo é uma atividade voluntária. Sujeito a ordens, deixa de ser jogo, podendo no máximo ser uma imitação forçada”*. Para o autor, a participação no jogo precisa ocorrer por livre e espontânea vontade, sendo assim, a liberdade é a característica fundamental número um. Quando o jogo é imposto ele perde outras importantes características: o seu caráter prescindível que permite ao jogador adiar e suspender sua prática quando quiser, e até mesmo o prazer.

A segunda característica fundamental do jogo está relacionada com o “faz de conta”, o não real, que foge da necessidade das atividades ditas sérias. O jogo sempre terá um cunho fictício, mesmo quando esse tenta representar a realidade. Assim como observa Huizinga (1971, p.10) *“[...] trata-se de uma evasão da vida “real” para uma esfera temporária de atividade com orientação própria”*.

O jogo é delimitado por tempo e espaço, esta é sua terceira característica fundamental. Acontece dentro de um intervalo de tempo, tem-se o início e o fim, mesmo que esse fim não gere um resultado. Muitas vezes o espaço pode ser mais evidente que o tempo. *“A arena, a mesa de jogo, o círculo mágico, o templo, o palco, a tela, o campo de tênis, o tribunal etc”* (HUIZINGA, 1971, p.10).

A última característica fundamental está relacionada com a especificidade de cada jogo. Cada jogo possui um conjunto específico de regras que dão sentido e o tornam único. *“Introduz na confusão da vida e na imperfeição do mundo uma perfeição temporária e limitada, exige uma ordem suprema e absoluta: a menor desobediência a esta ‘estraga o jogo’”* (HUIZINGA, 1971, p.10).

1.4 AS CATEGORIAS E TIPOS DE JOGOS

A complexidade permeia o tema do jogo em todos os seus aspectos, em nenhum dos tópicos abordados neste trabalho até o momento existe um consenso definitivo, de sua origem, de sua definição, de suas características, de suas categorias.

Jogos podem ser classificados ou categorizados de diferentes formas, como revela Callois (1958). O critério utilizado pode ser o objeto do jogo, como cartas, dados ou tabuleiro; em outra situação pode-se classificar pelo atributo escolhido, lógica, sorte, aptidão física; também se separa pelo número de pessoas, em trio, dupla, individual ou livre; pelo local do jogo, em quadra de esportes, piscina, grama, etc. Além disso, os jogos podem possuir vários destas propriedades em suas estruturas.

Em relação às suas categorias, algumas sugestões de diferenciação foram propostas por pesquisadores que já abordaram o tema: Callois (1958), Wallon e Vigotski entre vários outros (DE LA TAILLE, DE OLIVEIRA & DANTAS, 1992).

Como um dos objetivos principais deste trabalho é a investigação dos jogos educacionais, tomou-se como base para este tópico o trabalho de Tarouco *et al* (2004, p.2) que tem como um dos objetivos discutir a importância dos jogos educacionais. Os autores categorizam os jogos de acordo com suas características em cinco grupos distintos:

Ação – os jogos de ação podem auxiliar no desenvolvimento psicomotor da criança, desenvolvendo reflexos, coordenação olho-mão e auxiliando no processo de pensamento rápido frente a uma situação inesperada. Na perspectiva instrucional, o ideal é que o jogo alterne momentos de atividade cognitiva mais intensa com períodos de utilização de habilidades motoras.

Aventura – os jogos de aventura se caracterizam pelo controle, por parte do usuário, do ambiente a ser descoberto. Quando bem modelado pedagogicamente, pode auxiliar na simulação de atividades impossíveis de serem vivenciadas em sala de aula, tais como um desastre ecológico ou um experimento químico.

Lógico – os jogos lógicos, por definição, desafiam muito mais a mente do que os reflexos. Contudo, muitos jogos lógicos são temporalizados, oferecendo um limite de tempo dentro do qual o usuário deve finalizar a tarefa. Aqui podem ser incluídos clássicos como xadrez e damas, bem como simples caça-palavras, palavras-cruzadas e jogos que exigem resoluções matemáticas.

Role-playing game (RPG) – Um RPG é um jogo em que o usuário controla um personagem em um ambiente. Nesse ambiente, seu personagem encontra outros personagens e com eles interage. Dependendo das ações e escolhas do usuário, os atributos dos personagens podem ir se alterando, construindo dinamicamente uma história. Esse tipo de jogo é complexo e difícil de desenvolver. Porém, se fosse desenvolvido e aplicado à instrução, poderia oferecer um ambiente cativante e motivador.

Estratégicos – os jogos estratégicos se focam na sabedoria e habilidades de negócios do usuário, principalmente no que tange à construção ou administração de algo. Esse tipo de jogo pode proporcionar uma simulação em que o usuário aplica conhecimentos adquiridos em sala de aula, percebendo uma forma prática de aplicá-los.

1.5 OS JOGOS E A APRENDIZAGEM

Tendo em vista as definições acima apresentadas, os jogos, nas suas diversas categorias, se apresentam com uma possibilidade para serem utilizados como vetores no processo de ensino-aprendizagem. Corroborando esta afirmativa, através do levantamento bibliográfico realizado para este trabalho, nota-se um grande número de propostas de jogos educativos, que são apresentados em trabalhos de conclusão de curso, e nos últimos anos, a partir de 2010, publicações em revistas na área de educação.

Os jogos de tabuleiro, formato mais tradicional e que pode estar ligado a vários tipos de jogos, são utilizados com fins educacionais, especialmente por serem bons simuladores da realidade, permitindo as devidas modelagens de acordo com o público alvo. Ao passo que jogos mais simples podem viabilizar a compreensão de conceitos mais complexos, jogos mais complexos tendem a auxiliar na expressão de pensamentos abstratos e que precisam ser expressos de forma mais clara possível para a resolução de problemas dentro do jogo (GOBET, RETSCHITZKI & DE VOOGT, 2004).

Segundo Kishimoto *et al* (1996) a característica mais positiva dos jogos, que os tornam úteis na educação é integração entre o lúdico, proveniente da brincadeira em si, que está sendo realizada pelos jogadores, somada à parte racional, estimulada pela presença de regras e competitividade/cooperação. Em termos mais diretos, o estudante-jogador aprende enquanto brinca.

De forma geral, a comunidade científica focada nos estudos de jogos e na aprendizagem através destes apresenta resultados convergentes e favoráveis à sua utilização no processo de aprendizagem. Segundo Spencer & Jing (2010), jogos eletrônicos de ação, especialmente aqueles contextualizados em labirintos digitais (mapas e tabuleiros) têm uma influência positiva para o desenvolvimento cognitivo espacial de seus jogadores, auxiliando no aprimoramento de habilidades cognitivas espaciais como a sensibilidade ao contraste, o rastreamento de múltiplos objetos, o campo visual de atenção e a coordenação visual-motora. No mesmo sentido, jogos esportivos coletivos favorecem o desenvolvimento cognitivo e motor dos estudantes submetidos a este tipo de atividade. Habilidades cognitivas como a percepção do ambiente, antecipação de eventos e tomada de decisão podem ser beneficiadas por esta categoria de jogo (MATIAS & GRECO, 2010).

Outra categoria de jogo, o RPG (en: *Role-Playing Game*, traduzido para a língua portuguesa como “jogo de interpretação”) também tem sido estudada e apresenta resultados positivos para o desenvolvimento cognitivo de seus jogadores. O estudo de Randi (2011) destaca que os estudantes submetidos a este tipo de jogo obtiveram maior compreensão a médio prazo de temas relacionados a biologia celular. Outro ponto relevante apresentado no estudo é a maior aceitação por parte dos estudantes a este tipo de atividade, que alegam se sentir mais estimulados e estarem mais ativos durante o processo de aprendizagem. Somado a isso, é notável que os estudantes praticam durante as sessões desse tipo de jogo o pensamento científico-crítico e agem de forma coletiva, uma vez que a solução dos problemas propostos, geralmente, devem ser resolvidas de maneira cooperativa (REZENDE & COELHO, 2009; RANDI, 2011).

Uma subcategoria tecnológica do RPG, o MMO (em: *Massively Multiplayer Online*, traduzido para a língua portuguesa como “multijogadores online”) se apresenta especialmente efetivo para o desenvolvimento social, especificamente por que funciona com uma espécie de rede social interativa, onde seus jogadores precisam lidar com situações sociais-fictícias sendo estimulados a resolverem problemas comuns, a administrarem recursos e a executarem ações com impacto coletivo (STEINKUEHLER, 2008). De forma adicional esta categoria também se apresenta útil para o processo de

alfabetização, tanto da língua materna quanto de línguas estrangeiras devido ao uso da interface do jogo e da comunicação virtual com jogadores de outros países (STEINKUEHLER, 2008).

Ainda em relação aos RPGs, um estudo aponta que não só o fato de jogá-los, mas também a produção de cenários virtuais consistentes para este tipo de jogo se apresenta positiva para o desenvolvimento cognitivo artístico, especialmente de estudantes do nível superior (BITTENCOURT & GIRAFFA, 2003). De acordo com Oliveira, Pierson e Zuin (2009), o uso do RPG ainda é pertinente como ferramenta avaliativa, pois abstrai do estudante a tensão por estar realizando uma prova, muitas vezes com teor punitivo, e permite que ele desenvolva de forma coletiva uma solução para o problema proposto utilizando o conhecimento construído em sala de aula.

Tendo em vista esta qualidade dos jogos, de estimular o desenvolvimento cognitivo de seus jogadores, são necessárias certas ressalvas para a sua utilização em sala de aula. Para que o jogo seja de fato educativo deve-se haver um equilíbrio muito estável entre suas componentes lúdicas e intelectuais. Caso contrário o jogo pode se tornar uma brincadeira sem significação, quando o lúdico se sobrepõe ao intelectual, de forma recíproca, se o componente intelectual se sobrepor ao lúdico, a estratégia pode se tornar uma forma frustrada de aprendizagem (KASHIMOTO, 1996).

Sendo este equilíbrio fundamental para o bom funcionamento de jogos educativos é necessário o estabelecimento de regras claras que possibilitem o funcionamento do jogo a partir de uma mecânica enxuta, que evite “*hacks*” durante o jogo mesmo sem haver trapaça, situação que também pode impedir a aprendizagem e apagar o efeito lúdico, especialmente em jogos competitivos (CAILLOIS & BARASH, 1961; ROSEWATER, 2011). Segundo Cunha (2012, p. 95), se bem elaborados e administrados os jogos podem provocar uma série de efeitos e mudanças positivas no comportamento dos estudantes-jogadores:

- (a) a aprendizagem de conceitos, em geral, ocorre mais rapidamente, devido à forte motivação;
- (b) os alunos adquirem habilidades e competências que não são desenvolvidas em atividades corriqueiras;
- (c) o jogo causa no estudante uma maior motivação para o trabalho, pois ele espera que este lhe proporcione diversão;
- (d) os jogos melhoram a socialização em grupo, pois, em geral, são realizados em conjunto com seus colegas;
- (e) os estudantes que apresentam dificuldade de aprendizagem ou de relacionamento com colegas em sala de aula melhoram sensivelmente o seu rendimento e a afetividade;
- (f) os jogos didáticos proporcionam o desenvolvimento físico,

intelectual e moral dos estudantes; (g) a utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar.

Feita essa discussão sobre os jogos segue abaixo um quadro sobre o ensino de Biologia e mais especificamente de Evolução.

1.6 O ENSINO DE BIOLOGIA

Historicamente a disciplina de Biologia pode ser dividida em dois momentos no século XX. Segundo Duso (2012), até a década de 50, a disciplina passou por um processo de consolidação curricular, sendo difundida mais amplamente entre a elite social. A partir da segunda metade do século, o caráter propedêutico e elitista da matéria começa a ser sobreposto pela valorização dos conhecimentos biológicos, principalmente devido aos avanços científicos e tecnológicos. Tais mudanças não ocorreram apenas nos propósitos da matéria, mas sobretudo em relação aos conteúdos abordados e sua estruturação.

Fazendo uma breve síntese sobre a disciplina de Biologia ao longo da segunda metade do século XX, alguns aspectos importantes podem ser destacados. De acordo com Krasilchik (2008), na década de 50, grande parte dos professores da disciplina era estrangeira, principalmente europeia. Estes, por sua vez, exerceram grande influência na construção do papel do Professor de Biologia e também na elaboração de materiais didáticos. Ainda segundo a autora, esta época foi marcada por um grande avanço científico e tecnológico, tendo como panorama a Guerra Fria, o que refletiu diretamente no conteúdo das disciplinas de cunho científico.

Como apontado por Veiga (1978, *apud* BORGES, 2007), nos anos 60, após a instalação do Regime Militar em 1964, mudanças na organização política do país acarretaram na reestruturação do sistema educacional. Naquele momento, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) em colaboração com a “Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional” (USAID) estabeleceu uma reforma educacional privilegiando o desenvolvimento de uma Educação Tecniciста em detrimento dos saberes das Ciências Humanas e Sociais. Desta forma, a Biologia e outras disciplinas de natureza técnica e de

ciência objetiva foram consideradas como o caminho na resolução dos problemas educacionais do país.

O início dos anos 80 se destaca pela crise das políticas sociais, dentre elas a educação, que ficou conhecida como “a crise do regime” (LUZ, 1991). Segundo Candau (2000), neste contexto, a sociedade carregava um sentimento de descontentamento e de desejo de mudança, onde diversas correntes educacionais se posicionavam para a redemocratização da sociedade, surgindo novas propostas pedagógicas, de reforma do sistema educativo, da escola e até de sala de aula.

No ano de 1996, foi instituída uma reformulação do ensino médio através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, nº. 9394/96) que normatiza a organização da educação brasileira (BRASIL, 1996). Dois anos depois, o governo criou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que vieram para regulamentar a LDB de 1996. Os PCN traziam uma proposta de renovação para a educação brasileira, que posteriormente foi complementada pelos PCN+ (BRASIL, 2002). Tais documentos, trazem sessões exclusivas que orientam o ensino de Biologia, evidenciando a importância da disciplina como instrumento na interpretação da realidade e também destacando a necessidade da interdisciplinaridade e contextualização dos conhecimentos científicos que são abordados.

Um ensino por competências nos impõe um desafio que é organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções. (BRASIL, 2002, p. 36).

Apesar dos esforços para a criação dos PCN, que tinha o intuito de promover uma nova perspectiva de ensino, baseada em competências, interdisciplinaridade e contextualização, Ricardo (2008) expõe que não houve grandes mudanças na educação brasileira. Uma das possibilidades, seria a falta de entendimento dos profissionais da educação em relação ao documento e o não aprofundamento do tema durante a formação dos professores.

Mais recentemente, Borges (2007) faz uma pesquisa para investigar quais eram os principais conteúdos que apareciam nas atividades propostas pelos profissionais do ensino de Biologia, do Ensino Fundamental ao Superior, baseando-se nos trabalhos do I Encontro Nacional de Ensino de Biologia (I ENEBIO). O tema Educação Ambiental aparece em primeiro lugar, seguido por Ecologia, Botânica, Zoologia, “Saúde Genética” e Evolução. O autor ainda faz um levantamento das estratégias de ensino que mais apareceram no ENEBIO: Atividades extraclasse aparecem em primeiro lugar, seguido por atividades práticas, jogos em sala de aula, leitura e escrita, projetos e trabalho e propostas interdisciplinares.

Fazendo um levantamento das pesquisas publicadas recentemente com propostas para o ensino de Biologia e ciências em geral, várias sugestões com diferentes enfoques foram encontradas. Alguns autores propõe a utilização da música e tecnologia no ensino de Biologia e ciências (DE OLIVEIRA et al, 2011; BARROS *et al*, 2012). Outros sugerem uma abordagem priorizando a relação CTS “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (AMORIN, 2001; KIST e FERRAZ, 2011; PANSERA-DE-ARAÚJO *et al*, 2011). Duso (2012) propõe a confecção de modelos representacionais.

Como visto, a Biologia é uma disciplina bastante abrangente, que permite a utilização de diversas estratégias de ensino.

1.7 A TEORIA DA EVOLUÇÃO

“Nada na Biologia faz sentido exceto à luz da Evolução”
(DOBZHANSKY, 1973).

Esta sessão será dedicada à Teoria da Evolução, que foi a ideia que mais nos fascinou durante toda a graduação e em consequência disso, permeia o tema de fundo deste trabalho. Nos próximos parágrafos serão tratadas questões acerca da origem, significado e importância da teoria. Além disso, investigou-se quais eram os problemas encontrados durante a abordagem do conteúdo de evolução em uma aula de Biologia.

A citação que inicia esta parte do texto foi título de um ensaio publicado por Theodosius Dobzhansky (1900-1975), um dos maiores biólogos do século

XX, como crítica ao cristianismo anti-evolucionista da época. A frase se tornou uma das mais notáveis afirmações dentro das ciências naturais, trazendo um sentido que une e subjuga toda a Biologia sob o mesmo fenômeno natural, a evolução (CORRÊA, 2010). Dobzhansky nasceu em Nemirov, na Rússia, inspirado pelo Livro “A Origem das Espécies” de Darwin (1859) estudou Biologia na Universidade de Kiev (GLICK, 2008).

O livro “A Origem das Espécies” é um marco na história da ciência e pode-se dizer da humanidade, trazendo uma das ideias mais revolucionárias sobre a manutenção da vida (RIDLEY, 2006). Darwin não foi o primeiro a pensar no conceito de evolução, a possibilidade de que os seres evoluíam já havia sido levantada antes do seu livro. Jean-Baptiste de Lamarck propôs em 1809 uma teoria completa da evolução, porém, a explicação bíblica ainda prevaleceu até meados de 1859 (MAYR, 2009). O livro de Darwin foi o primeiro que trazia diversos indícios contundentes da evolução das espécies, desta forma, sendo imediatamente aceito pela sociedade científica (BROWNE, 2007). Vale lembrar, que a ideia da evolução a partir do processo da seleção natural não foi exclusiva de Darwin, uma vez que o naturalista Alfred Russel Wallace escreveu um ensaio que trazia todos os princípios fundamentais da teoria, reconhecido pelo próprio Darwin (RIDLEY, 2008).

Karl Raimund Popper (1902-1994), filósofo da ciência austríaco e naturalizado britânico, considerado um dos mais influentes filósofos da ciência do século propôs o critério da falseabilidade (HACOHEN e MILFORD, 2002). Para Popper, uma teoria só poderia ser considerada científica se a mesma permitir a possibilidade de ser testada e refutada, ou seja, o Filósofo parte da premissa que todas as teorias científicas são falseáveis empiricamente. O que implica na possibilidade de se propor um experimento que refute a ideia de qualquer teoria científica, caso a teoria resista aos testes, sua ideia então é corroborada (POPPER, 2005). Todavia, mesmo que a teoria passe por diversas provas empíricas e nenhuma consiga refutá-la, não se pode considerá-la como sendo comprovada ou verdadeira, porém, basta que ocorra apenas uma refutação para torná-la inverídica (LEE, 1969).

Levando em consideração o critério da falseabilidade de Popper, pode-se considerar a teoria da evolução proposta por Darwin e Wallace, bastante sólida e robusta (STAMOS, 1996). A ideia foi exposta para o público pela primeira vez

em 1858, através de uma reunião realizada na Sociedade Lineana de Londres e após um ano, Darwin publicou seu livro “A Origem das espécies” (HORTA, 2003). Desde então, a evolução nunca foi invalidada, pelo contrário, diversas evidências foram somadas ao longo dos anos aprimorando a ideia evolutiva (MAYR, 2009). Mais recentemente no século XX, com o desenvolvimento da genética a evolução passou por considerável reformulação, sendo criada a “Teoria moderna da evolução” ou “Teoria sintética da evolução” (FREIRE-MAIA, 1988).

A teoria moderna da evolução, postulada com a contribuição de diversos cientistas renomados tem como cerne os princípios básicos da evolução, porém, ela soma a estes elementos alguns conceitos de genética (FREIRE-MAIA, 1988). Três fatores evolutivos principais são considerados nesta nova teoria, de acordo com Wrigth (2014): a seleção natural, em linha gerais pode ser definida pelo fenômeno de seleção dos mais adaptados a determinado meio e situação ecológica, eliminando aqueles que apresentam desvantagem para a mesma condição; a mutação, processo de mudança ocasional na estrutura básica dos genes, devido à alteração das sequências de nucleotídeos, sendo esta a fonte primária de variabilidade genética; a recombinação gênica, que é a troca de material genético que ocorre de forma aleatória durante o processo de meiose. Tanto a teoria clássica da evolução, como a teoria sintética moderna estão entre os conceitos mais importantes da biologia, como já citado por Dobzhansky (1973) no início desta sessão.

Diversos outros biólogos reconhecem a grande relevância da teoria: Futuyama (2002) defende que o século XXI será o “Século da Biologia”. Para o autor, a ciências biológicas terão um papel importante na resolução de problemas que podem comprometer o bem-estar da sociedade no futuro, como os problemas ambientais; a necessidade de aumentar a produção de alimentos de modo a acompanhar o crescimento populacional; a busca por novas drogas e antibióticos para combater microrganismos resistentes; entre outros. Ainda segundo Futuyama (2002), o ramo da biologia que mais se destacará na resolução de tais questões será a “Biologia Evolutiva”. Outro biólogo renomado que apontou a importância da evolução dentro da biologia foi o alemão Ernst Mayr (1904-2005). Em suas palavras:

A evolução é o conceito mais importante da biologia. Não há uma única pergunta “Por quê?” em biologia a que se possa responder de maneira adequada sem levar em conta a evolução. Entretanto, a importância

deste conceito vai muito além da biologia. O pensamento do homem moderno, quer percebemos isso ou não, é profundamente afetado – quase se tem a tentação de dizer determinado – pelo pensamento evolucionista (MAYR, 2009, p. 15).

1.8 EVOLUÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA

O tema da evolução dentro das ciências biológicas é tido como de grande relevância, visto que qualquer assunto da biologia pode ser tratado sob um contexto evolutivo (DOBZHANSKY, 1973; FUTUYAMA, 2002; MAYR, 2009).

O conteúdo Evolução é abordado na escola majoritariamente no terceiro ano do Ensino Médio (BRASIL, 2002). Para muitos professores o assunto é considerado complexo de ser trabalhado em sala de aula (PORTO, 2001), pois vai de encontro com dogmas religiosos que propõem suas próprias versões da origem e manutenção da vida (COSTA, 2011). A relevância deste ramo do conhecimento é evidenciada através dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), que dedica uma sessão exclusiva para estes saberes, intitulada “Origem e evolução da vida” (BRASIL, 2004, p. 41). Destaca-se um trecho da normativa Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), que se refere ao tema:

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. [...] A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia” (BRASIL, 2006, p. 22).

Como já dito, os dogmas religiosos podem se mostrar como um problema para o entendimento e aceitação da evolução no ambiente escolar, tal dificuldade pode ser agravada pelo grande percentual de religiosos na população brasileira (COSTA, 2011). Segundo dados do censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano 2010, 91,9% de toda a população diz ser religiosa. Deste total, 64,6% são católicos e 22,2% são evangélicos, sendo as religiões dominantes, os que se dizem não ter religião somam apenas 8% da população (IBGE, 2010). O caráter polêmico do tema é apontado até mesmo pelos PNC+ (2002):

[...] Aqui são tratados temas dos mais instigantes para o ser humano, que, desde sempre, tem procurado compreender as origens da vida, da Terra, do Universo e dele próprio. São conteúdos com grande significado científico e, sobretudo, filosófico, pois abrangem questões polêmicas, envolvendo várias interpretações sobre a história da vida, como, por exemplo, a de que seu surgimento foi decorrência de um acidente ou, de modo oposto, de um projeto inscrito na constituição da própria matéria. Nessa medida, permitem aos alunos confrontar diferentes explicações sobre o assunto, de natureza científica, religiosa ou mitológica, elaboradas em diferentes épocas (BRASIL, 2002, p. 50).

Outro estudo realizado pelo IBGE em 2004, aponta que 31% dos entrevistados acreditam que o ser humano é originado de uma criação de Deus, e que este criou o homem como conhecemos hoje há aproximadamente dez mil anos atrás; 54% acreditam que o homem passou por mudanças durante milhões de anos até chegar ao que conhecemos hoje, porém, quem criou o ser humano e mediou este processo de mudanças foi Deus; 9% acreditam que o ser humano passou por um processo de evolução ao longo de milhões de anos, e que Deus não é o responsável por isto; e 6% não opinaram (LOVATI, 2006). Tais resultados sugerem que a população brasileira em geral não acredita nos processos evolutivos reconhecidos pela ciência, optando por respostas com um viés criacionista, em que Deus seria o responsável pela vida e diversidade biológica.

Em uma pesquisa realizada por Almeida (2012) com alunos do Ensino Médio, investigou-se as concepções dos alunos em relação à origem da vida do homem e de outras espécies. Os resultados mostraram que a grande maioria dos alunos tomam como base a teoria criacionista quando questionados acerca da origem do homem, entretanto, quando questionados sobre a origem das outras espécies, verificou-se uma tendência maior a atribuição de tal fenômeno à evolução nos preceitos científicos, mesmo a teoria criacionista ainda prevalecendo.

De modo geral, dados da literatura indicam que os alunos possuem dificuldade em compreender os princípios da evolução (COSTA, 2011; PORTO, 2011; ALMEIDA, DE ALMEIDA, 2012). Neste sentido, o estudo realizado por Dorville (2008) demonstra que existe uma tendência entre os alunos de interpretar o processo evolutivo como sendo linear e como sinônimo de progresso, ao passo que o ápice evolutivo culminaria na espécie humana. Outro impasse encontrado pelos professores de Biologia é o fato de que muitos alunos

confundem e aceitam os princípios evolutivos atuais juntamente com os propostos por Lamarck (COSTA, 2011). Ainda, Costa (2011) sugere que ao terminarem o Ensino Médio, existe uma propensão dos estudantes a acreditarem na evolução das espécies com um viés religioso, ou seja, que um “designer consciente” foi o responsável por criar toda a diversidade biológica existente. Tal ideia vai ao encontro da teoria do “Design Inteligente” (ALVES, 2015). Para Porto (2010), um dos fatores que pode levar a estas distorções da teoria evolutiva pelos alunos é o fato do tema ser tratado em poucas aulas durante apenas o terceiro ano.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em termos metodológicos, a produção deste trabalho se deu por meio de dois núcleos:

(1) revisão bibliográfica – com a finalidade de encontrar na literatura científica material divulgado que apresentasse estudos sobre a elaboração e contribuições dos jogos educativos, bem como temas gerais relacionados a jogos em geral. Também se buscou nas revistas das áreas de ensino de ciências estudos que abordassem sobre o ensino de Evolução.

(2) elaboração de um jogo educativo para o ensino de evolução – que contou com as fases preliminares de estudo e teste de jogos e desenvolvimento da mecânica e estética do jogo elaborado.

Tais núcleos serão descritos abaixo detalhando seus passos.

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica realizada para este trabalho foi balizada pelas etapas sugeridas por Cervo & Brevian (1985) e Rampazzo (2005):

1. Levantamento bibliográfico (geral): consistiu pesquisa e leitura exploratória de artigos, livros textos e outras produções acadêmicas relacionadas à história, elaboração e uso de jogos pela humanidade, especialmente para educação. Nesta etapa foram usadas as ferramentas de busca: Google Scholar, Web of Science e SciELO;
2. Levantamento bibliográfico (focado): consistiu na pesquisa e leitura de artigos científicos relacionados ao uso de jogos educacionais nas disciplinas de ciências naturais, especialmente da Biologia. Nesta etapa, a busca foi restrita a publicações brasileiras nas revistas *Ciência & Educação* (UNESP), *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* e *Ciências e Cognição*.

As revistas foram escolhidas pela especialização relacionada ao tema de trabalho selecionadas através do critério QUALIS CAPES, sendo as primeiras enquadradas na categoria A e a última na categoria B. A busca dos

artigos se deu através das palavras-chave: biologia, jogo educativo, desenvolvimento cognitivo, evolução e seleção natural.

3. Organização lógica do trabalho: consistiu na seleção e organização dos temas a serem apresentados nesta monografia;
4. Redação do texto: consistiu na produção do corpo do texto neste trabalho, sendo realizadas as devidas correções e complementações.

2.2 PRODUÇÃO DO JOGO

A produção do jogo apresentado neste trabalho foi balizada através dos critérios e definições idealizados por Kishimoto (1998) em relação à parte educativa, e por Rosewater (2011) em relação à parte lúdica:

1. Teste de jogos: consistiu em sessões de jogos ([ANEXO 1](#)) com a finalidade de perceber a mecânica, estética, tempo de jogo, público alvo e potencial educativo (possibilidades para a transposição didática de conteúdos científicos para dentro da mecânica de jogo);
2. Análise de regras: consistiu na leitura exploratória dos livros de regras dos jogos testados com a finalidade de conhecer os tópicos usuais desse tipo de texto e a linguagem utilizada para sua elaboração;
3. Seleção do tema: consistiu na seleção do tema a ser desenvolvido no jogo, onde também foram delimitadas a abrangência e profundidade do tema e os conceitos envolvidos, levando em consideração o público alvo;
4. Seleção do objetivo: consistiu na previsão dos objetivos educacionais a serem alcançados com o jogo;
5. Seleção da plataforma: consistiu na seleção da plataforma na qual o jogo será apresentado e produzido;
6. Seleção da mecânica: consistiu na seleção, adaptação e elaboração de detalhes relacionadas à forma de condução do jogo pelos jogadores;
7. Transposição didática: consistiu na transposição do conhecimento científico referente ao tema selecionado para os elementos e mecânica do jogo. De forma complementar foi elaborado um guia para o professor, no qual são apresentados quais conceitos e como eles estão representados no jogo;

8. Design: consistiu na seleção e elaboração estética dos elementos do jogo;
9. Produção do manual de regras: consistiu na elaboração de um livro de regras para guiar os estudantes-jogadores;
10. Etapa de correção: consistiu na correção e reelaboração de elementos julgados não satisfatórios;
11. Teste do protótipo: consistiu na aplicação do jogo para teste piloto, sem finalidade avaliativa, apenas com a finalidade de perceber a funcionalidade da mecânica e dos demais elementos do jogo. Nesta etapa também foram procurados elementos adicionais como hacks e inércia de jogo;
12. Finalização: consistiu nas alterações finais com ajustes finos da mecânica e arte-finalização do design.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 JOGOS PROPOSTOS PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO

Como resultado da pesquisa nas principais revistas brasileiras na área da educação foi encontrado apenas um jogo educativo voltado para o ensino de evolução, chamado “Clipbirds”, proposto por Vargens & Niño-al-Hani (2011). Os autores do jogo citado, também avaliaram os efeitos deste sobre a aprendizagem do conteúdo de seleção natural, obtendo como resultado que a utilização do jogo não difere da utilização de outras intervenções – usadas como controle, em relação a aprendizagem de temas relacionados a teoria evolutiva. Eles ainda destacam que as dificuldades encontradas foram consistentes com as já relatadas em outras investigações deste tipo (VARGENS & NIÑO-AL-HANI, 2011).

Devido ao baixo retorno de jogos relacionados ao tema específico de evolução, a pesquisa foi estendida para outros temas da área de Biologia, sendo encontradas mais duas publicações. O “Jogo do DNA”, proposto por Jann & Leite (2010), que possui uma mecânica simples de quebra-cabeça objetivando construir as estruturas do DNA e RNA, e visualizar os passos para síntese de proteínas. Resultados positivos, baseados na aplicação do jogo para estudantes do 3º ano do ensino médio, demonstraram que este teve boa aceitação por parte dos discentes e que houve melhor compreensão sobre as estruturas do material genético e sua expressão (JANN & LEITE, 2010).

O segundo trabalho encontrado analisou a contribuição do jogo “Super Trunfo: Árvores Brasileiras” para o ensino dos biomas brasileiros, também aplicado com estudantes do 3º ano do ensino médio. Assim como no jogo anteriormente citado, os resultados foram positivos em relação a aceitação por parte dos estudantes e pela melhor compreensão do tema a partir da abordagem lúdica do jogo (CANTO & ZACARIAS, 2009).

O resultado desta etapa de pesquisa abre margem para a discussão de dois pontos relevantes em relação a utilização de jogos educativos em sala de aula: (1) a escassez de trabalhos publicados abordando o tema; e (2) a carência

de resultados quantitativos que avaliem mais especificamente as contribuições dos jogos.

Como já apresentado, a pesquisa para encontrar propostas de jogos educativos para o ensino de evolução foi balizada pelas palavras chave: biologia, jogo educativo, desenvolvimento cognitivo, evolução, seleção natural e lúdico – em revistas brasileiras na área da educação. Além disso, não foram feitas restrições quanto à data nem à relevância do trabalho publicado.

Ao tomar estes critérios como parâmetros de busca esperava-se um número maior de artigos abordando a utilização ou elaboração de jogos educativos, o que se mostrou não verossímil, especialmente quando a pesquisa foi focada para o ensino de evolução. Este contexto pode indicar que o uso de jogos educativos em sala de aula ainda está num estágio embrionário e que os desdobramentos da sua utilização ainda são poucos conhecidos.

Concordante a esta afirmação, está a ampla presença de propostas e testes de jogos educativos em trabalhos de conclusão de curso – monografias – para cursos de licenciatura, especialmente das ciências naturais, o que indica um crescente interesse dos futuros professores pela utilização desta estratégia de ensino.

Sob outra perspectiva, este pode ser um padrão causado pela natureza acessória desta estratégia, que segundo Kishimoto *et. al* (1996), não possui uma completude suficiente para ser adotada como uma estratégia principal no processo de ensino aprendizagem, embora o fator lúdico seja essencial para o desenvolvimento cognitivo por auxiliar na construção de conceitos complexos e sobretudo na resolução e previsão de problemas (KISHIMOTO *et al*, 1996; 1998).

Sob uma segunda análise, pode-se notar, através dos trabalhos encontrados, que a grande maioria dos resultados são subjetivos e analisam unicamente a perspectiva dos estudantes em relação ao jogo educativo. Não obstante a esta forma de avaliação, outras análises poderiam ser realizadas com a finalidade de complementar e tornar tais trabalhos cientificamente mais robustos com a possibilidade de analisar numericamente a contribuição dos jogos, assim como as análises estatísticas apresentadas por Canto & Zacarias, (2009) e Vargens & Niño-al-Hani (2011) permitem.

Outro fator aparentemente dispensado na maioria dos trabalhos analisados é a perspectiva dos docentes sobre a utilização desta estratégia de ensino no dia-a-dia escolar. Para que intervenções deste tipo tenham funcionalidade é necessário, prioritariamente, que o professor esteja receptivo e seja capacitado para a condução deste tipo de atividade (CANTO & ZACARIAS, 2009). Sob este ponto de vista, existe uma carência de resultados que mostrem as vantagens e dificuldades que podem vir a ser enfrentadas pelos professores que optam por este tipo de atividade, dificuldades estas provavelmente calcadas em questões logísticas, financeiras e administrativas do sistema educacional.

3.2 UMA NOVA PROPOSTA DE JOGO PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO

3.2.1 Características gerais do jogo¹

- Categoria: o jogo proposto neste trabalho tem como finalidade simular os efeitos dos fatores evolutivos sobre uma população fictícia no seu habitat. Durante o desenvolvimento do jogo os estudantes deverão perceber a ação de tais fatores, e ao fim do jogo, baseado em conhecimentos prévios e construídos durante a sessão, deverão caracterizar, de forma escrita, a ação do processo evolutivo sobre a população modelo. A partir destes objetivos, das classificações propostas por Huizinga (1971) e por Rosewater (2011), conclui-se que o jogo se enquadra na categoria de simulação, mais comum na plataforma eletrônica e que simulam atividades humanas a exemplo de jogos populares como The Sims® e Sim City®.
- Público alvo: em relação ao público alvo, o objetivo foi ~~de~~ auxiliar principalmente estudantes do ensino médio e do ensino superior na compreensão de conteúdos relacionados ao tema de Evolução, que possui uma posição central na grande área da Biologia. Não obstante, o jogo possui características que permitem a sua simplificação a ponto de ser utilizado em

¹ O jogo, apresentado abaixo e proposto pelo estudante Fernando Fortunato Jeronimo, foi inicialmente elaborado como forma de avaliação na disciplina de Evolução para os Ensinos Médio e Fundamental, ministrada pelo Professor Erasto Villa Branco Junior, para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, e posteriormente retrabalhado para a apresentação no presente trabalho.

aulas para os anos finais do ensino fundamental II. Desta forma, a faixa etária proposta é de 12+, equivalente a idade recomendada para cursar o 7º do ensino fundamental no sistema educacional brasileiro, onde os primeiros elementos da evolução biológica começam a ser trabalhados (BRASIL, 2002).

- Jogadores: em relação ao número de jogadores, sob uma perspectiva ideal, isto é, em turmas com tamanho adequado, recomenda-se que o jogo seja aplicado para duplas, para o máximo aproveitamento deste, todavia espera-se que o jogo mantenha sua qualidade com até quatro participantes. A aplicação individual do jogo é possível, porém dispensável, uma vez que este foi elaborado com o objetivo de estimular o pensamento lógico e crítico além de promover um intercâmbio de conhecimento entre os estudantes. Assim conclui-se que o jogo pode ser bem usufruído com a participação de 2 a 4 jogadores.

- Tempo de aplicação: o tempo médio detectado através de 10 sessões foi de 25 minutos, todavia este valor pode ser distorcido para mais quando aplicado em sala de aula, especialmente para estudantes do nível médio. Levando em conta a explicação do jogo e outros elementos comuns a rotina escolar faz-se necessário reservar 1h/aula para a aplicação da atividade. A fim de otimizar o tempo em sala de aula pode-se solicitar aos estudantes a leitura prévia do manual de regras e do guia de conteúdos.

- Mecânica: a mecânica adotada para o jogo foi classificada durante o desenvolvimento como simples de sorteio/interpretação, levando em conta a comparação com os jogos analisados ([ANEXO 1](#)) para sua elaboração. Durante o teste do protótipo constatou-se que o jogo possui uma inércia adequada e nenhum tipo de “hack” foi detectado a partir dos passos indicados por Rosewater (2011).

O sistema de sorteio adotado no jogo foi o de exclusão (temporária) do sorteado através de cartas, mecânica semelhante a de jogos tradicionais como o Bingo. Esta forma de sorteio foi preterida às demais pois facilitou o funcionamento do jogo, evitando com que fichas já removidas de jogo fossem novamente sorteadas. Houve ainda a necessidade de exclusão permanente de determinadas cartas (ver em [manual de regras](#)) que estavam gerando distorções excessivas e não desejadas no jogo.

Por fim, a característica mais importante, e priorizada durante o desenvolvimento, foi a natureza cooperativa do jogo, não havendo nenhum tipo

de conflito solícito entre os jogadores, o que confere ao jogo caráter de emulador, mais do que o de um jogo propriamente dito.

- Plataforma: o formato escolhido para a construção do jogo foi o de tabuleiro, por possuir características mais acessíveis que as demais possíveis, sobretudo por que esta plataforma permite o fácil acesso ao jogo e podem ser feitas adaptações das peças de jogo para redução do seu custo de aquisição. Com o advento tecnológico, é viável a adaptação do jogo para outras plataformas digitais a exemplo de jogos em Flash Player® e no formato de App para tablets e smartphones – todavia estas plataformas foram dispensadas pela limitação de recursos econômicos e intelectuais.

- Material: os materiais cotados para a produção dos componentes do jogo foram selecionados através de um critério de custo benefício, onde foram levados em conta especialmente, a durabilidade e valor do material.

Para as fichas foram selecionadas fichas em policloreto de polivinila (PVC), já produzidas para utilização em jogos de tabuleiro. Este material, facilmente encontrado em lojas especializadas em jogos de tabuleiro, foi preterido aos demais por ser duradouro, ter valor de obtenção semelhante a de materiais alternativos e não demandar de mão de obra para a produção. Como alternativa às fichas de PVC, fichas produzidas em espuma vinílica acetinada (EVA), botões e miçangas chatas, podem ser obtidas sob um baixo custo e com fácil acesso, exercendo a mesma função.

Para as cartas e tabuleiros o material preterido foi o papel cartão AG com gramatura de 110 g/m², com possibilidade de impressão colorida. Este material possui uma boa durabilidade e confere uma boa estética aos elementos do jogo. A aplicação de plásticos adesivos com papel de contato (Cotact®) pode ser realizada com a finalidade de aumentar a vida útil das cartas. Para o tabuleiro, como forma adicional de estruturação e aumento da durabilidade, pode-se realizar a colagem sobre uma lâmina de papelão. Uma segunda alternativa para o tabuleiro, é possível a impressão em papel vinil, que possui um custo intermediário de aquisição porém é resistente e duradouro. Todavia todos os componentes citados estão disponíveis em formato TIF e podem ser alterados para impressões em material de baixo custo e impressão em preto e branco ([ANEXO 2](#)).

A tabela e questionário que devem acompanhar o jogo foram idealizados para impressão em folha sulfite, visto que a intenção é que o material fique sobre posse do estudante ou sirva como material de avaliação para o professor.

Por fim, como uma das prioridades desta proposta foi o baixo custo de produção, a parte estética do jogo, isto é os elementos do jogo, foram todos desenhados a partir de softwares gratuitos e de versões gratuitas de softwares tradicionais na área de design digital, totalizando um custo zero para sua elaboração.

3.2.2 Manual de regras

- Componentes do jogo:

04 tabuleiros;

25 cartas;

80 fichas brancas;

80 fichas pretas;

10 fichas alaranjadas;

10 fichas amarelas;

10 fichas azuis;

10 fichas verdes;

10 fichas vermelhas;

01 saco de sorteio;

01 tabela;

01 questionário.

- Preparação do jogo:

I. Disponha dois tabuleiros (conforme a orientação do professor ou a sua escolha) sobre a mesa;

II. Distribua as fichas aos pares sobre cada casa numerada do tabuleiro seguindo a seguinte regra: 10 pares preta + branca; cinco pares preta + preta; e cinco pares branca + branca. Reserve as demais fichas.

ATENÇÃO: a ordem de colocação dos pares deve ser aleatória.

III. Embaralhe as cartas e faça uma pilha com a face das cartas voltadas para baixo, ao alcance de todos os jogadores;

IV. Deixe o saco de sorteio à disposição;

V. Reserve a tabela e um lápis;

VI. Leia o questionário com atenção e em voz alta antes de iniciar o jogo.

▪ Etapas do jogo:

I. Ação dos fatores evolutivos: sorteie a primeira carta do topo do baralho e deixe-a com a face virada para cima, após todos jogadores visualizarem a carta, execute o que ela está informando (para mais informações ler: cartas do jogo). Realize esta ação mais quatro vezes, sorteando um total de cinco cartas na rodada.

II. Compensação: após executar a ação solicitada das cinco cartas sorteadas, sorteie mais X cartas numeradas, onde X será igual ao número de pares de fichas removidas do tabuleiro. Após o sorteio das cartas copie as fichas das casas correspondentes usando as fichas da reserva e deixe ao lado do tabuleiro.

ATENÇÃO: nesta etapa devem ser consideradas apenas cartas numeradas. Fichas substituídas não são contabilizadas (Figura 1).



Neste caso deve ser substituídos 7 pares de fichas (3 por cartas de seleção e 4 pela carta de deriva). A carta de seleção não demanda a compensação de fichas.

Figura 1: Imagem explicativa da etapa de compensação (II).

III. Reprodução: remova todas as fichas do tabuleiro e coloque-as no saco de sorteio junto com as fichas copiadas e embaralhe.

IV. Distribuição da nova geração: redistribua as fichas sobre as casas do tabuleiro aos pares, respeitando a ordem numérica das casas.

V. Retrato da geração: anote na tabela a frequência dos pares (Figura 2).

1	2	3	4	5	●+● = Preto
6	7	8	9	10	●+○ = Preto
11	12	13	14	15	○+○ = Branco
16	17	18	19	20	●+○ = Preto
					○+● = Branco
					○+● = Colorido

Tabuleiro B

Genótipo Fenótipo	●+●	●+○	○+○	●+●	○+●	●+●
Geração	Preto	Preto (cham)	Branco	Preto	Branco	Colorido
0	5	10	5	0	0	0
1	3	9	6	0	2	0
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

● fichas pretas ○ fichas brancas ● fichas coloridas

Figura 2: Imagem explicativa da fase de retrato da geração (V).

VI. Execute os passos de I a V mais oito vezes, totalizando ao todo nove rodadas.

ATENÇÃO: não desmonte o tabuleiro ao final da última rodada.

VII. Responda o questionário com o auxílio da tabela.

▪ Cartas do jogo:

Cartas de seleção (Figura 3) – 20 unidades: remova as fichas da casa indicada na carta APENAS se o fenótipo expresso por elas NÃO CORRESPONDER a cor da casa na qual elas estão alocadas. A tabela de fenótipos fica ao lado do tabuleiro.

ATENÇÃO: se a ficha não for removida esta carta ainda é contabilizada dentro das cinco da rodada. Esta carta DEVE SER EMBARALHADA com as demais antes do início da rodada seguinte.

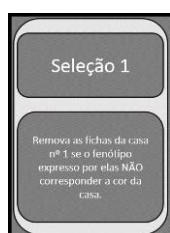


Figura 3: Imagem ilustrativa das cartas de seleção.

Cartas de mutação (Figura 4) – 5 unidades: durante a etapa de reprodução remova uma ficha do saco de sorteio e substitua por uma ficha da cor correspondente a da solicitada na carta sorteada.

ATENÇÃO: após sorteada esta carta DEVE SER REMOVIDA de jogo.

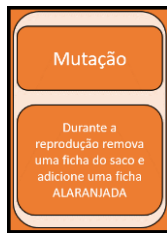


Figura 4: Imagem ilustrativa das cartas de mutação.

Cartas de deriva (Figura 5) – 2 unidades: remova as fichas das casas indicadas e substitua durante a etapa de reprodução (III), através do sorteio de cartas numéricas.

ATENÇÃO: as fichas removidas por esta carta devem ser substituídas na etapa de compensação (II). Após sorteada esta carta DEVE SER REMOVIDA de jogo.



Figura 5: Imagem ilustrativa das cartas de deriva.

Cartas de migração (Figura 6) – 2 unidades: substitua as fichas das casas indicadas por fichas da cor indicada na carta de migração.

ATENÇÃO: após sorteada esta carta DEVE SER REMOVIDA de jogo.



Figura 6: Imagem ilustrativa das cartas de migração.

Carta de seleção artificial (Figura 7) – 1 unidade: durante a próxima etapa de reprodução remova uma ficha aleatória do saco e substitua uma ficha mutante desde que a sua cor já esteja presente no tabuleiro.

ATENÇÃO: esta carta DEVE SER EMBARALHADA com as demais antes do início da rodada seguinte.

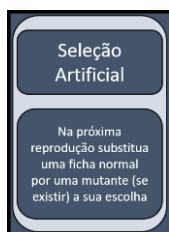


Figura 7: Imagem ilustrativa das cartas de seleção artificial.

▪ Tabela:

Na tabela abaixo (Figura 8) devem ser anotadas as frequências absolutas dos genótipos (pares de fichas) no tabuleiro antes do início de cada rodada, sendo que a linha correspondente a primeira rodada já está preenchida.

Genótipo Fenótipo	●+●	●+○	○+○	●+●	○+●	●+●
Geração	Preto	Preto (Cinza)	Branco	Preto	Branco	Colorido
0	5	10	5	0	0	0
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

● fichas pretas ○ fichas brancas ● fichas coloridas

Figura 8: Imagem ilustrativa da tabela utilizada no jogo.

3.2.3 Guia de conteúdos

Este guia proposto, é necessário para aplicação do jogo em sala de aula, em função de apresentar de forma detalhada os conceitos evolutivos presentes no jogo, tais quais, como estão representados através dos elementos do jogo. Para tanto é fundamental que professor leia-o antes da aplicação do jogo e o tenha em mãos durante a aula. Com a finalidade de otimizar o aproveitamento do jogo é interessante que os estudantes possam realizar a leitura deste material para compreender de forma mais profunda o conteúdo.

As fichas deste jogo estão presentes em três cores: pretas, brancas e coloridas. Individualmente cada ficha representa um alelo de um gene

responsável pela cor do organismo fictício, sendo preto o alelo dominante, branco o alelo recessivo e colorido os alelos mutantes e recessivos que eventualmente surgirão na população. Com exceção ao tabuleiro “C”, a dominância dos alelos segue a seguinte ordem: preto > branco > coloridos. Os pares de fichas, alocados nas casas do tabuleiro representam o genótipo do organismo que expressará um fenótipo, de acordo com a dominância dos alelos, como representado no quadro abaixo (Tabela 1):

Genótipo	Fenótipo
●+●	Preto
●+○	Preto (cinza para o tabuleiro “C”)
○+○	Branco
●+●	Preto
○+●	Branco
●+●	Colorido

Tabela 1: Tabela ilustrativa dos genótipos/fenótipos presentes no jogo.

Para simplificação do modelo e clareza para a mecânica do jogo, a cor dos indivíduos será considerada uma característica monogênica (determinada por um único gene) e dialélica (com duas variedades alélicas do gene determinando duas cores distintas). Todavia as fichas coloridas representam alelos recessivos mutantes que podem surgir e se estabilizar no ambiente durante o jogo.

Os tabuleiros deste jogo são compostos por 20 casas numeradas de 1 a 20, que podem ser das cores branca, preta ou cinza. De forma geral, o tabuleiro representa um ambiente físico no qual uma população está distribuída. Cada casa, por sua vez, representa um microambiente que ao longo do jogo favorecerá determinados fenótipos sobre ela.

Para o modo padrão do jogo devem ser utilizados os tabuleiros A e B (Figuras 12 A e B). Nestes tabuleiros, assim como nos demais, temos a

representação de um ambiente físico estável que não estará sujeito a alterações e participará apenas como um cenário na representação da seleção natural. Todavia, outros fatores ambientais, representados por outros elementos do jogo, serão variáveis. Se os efeitos de seleção natural se sobressaírem aos demais fatores evolutivos, após o término do jogo, espera-se que o tabuleiro “A” favoreça a presença do fenótipo preto e que o tabuleiro “B” favoreça a presença do fenótipo branco, caracterizando em ambos uma seleção do tipo direcional. Este tipo de seleção, possível em sistemas de dominância completa, ocorre quando um fenótipo da extremidade, homozigoto, se apresenta mais apto ao contexto ambiental concomitante a seleção dos genótipos heterozigotos e dos demais homozigotos, resultando num deslocamento da curva fenotípica da característica para uma das extremidades (figura 9) (RIDLEY, 2009; HARTL & CLARK, 2010).

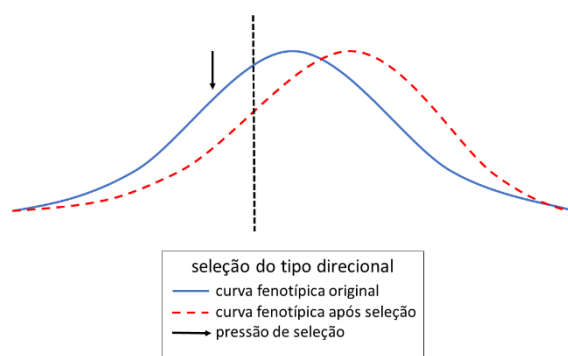


Figura 9: Imagem ilustrativa do efeito de seleção natural do tipo direcional sobre a curva fenotípica de uma característica hipotética. Figura produzida por Fernando Jeronimo.

Ainda existem dois tabuleiros alternativos que podem ser utilizados conforme os objetivos do professor e a profundidade dada ao tema. No tabuleiro “C” além das casas pretas e brancas, existem casas cinzas. Para utilizá-lo é necessário realizar uma adaptação na regra das fichas, onde o par composto pelas fichas preta + branca passará a representar o fenótipo cinza, emulando assim um sistema de dominância incompleta. Neste tabuleiro espera-se, ao fim do jogo, que haja o favorecimento dos heterozigotos e que a presença de homozigotos se torne mais rara, simulando desta forma uma seleção do tipo estabilizadora. Neste tipo de seleção, possível em sistemas de dominância incompleta e codominância, o genótipo heterozigoto expressará um fenótipo mais vantajoso ao ambiente, ao passo que dos demais fenótipos homozigotos são selecionados. Este tipo de seleção tem como desdobramento um aumento

no pico médio para a característica (figura 10) (RIDLEY, 2009; HARTL & CLARK, 2010).

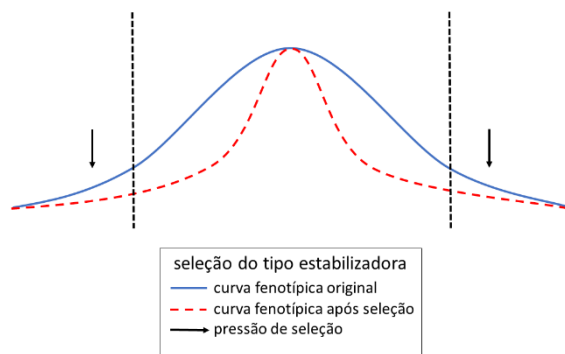


Figura 10: Imagem ilustrativa do efeito de seleção natural do tipo estabilizadora sobre a curva fenotípica de uma característica hipotética. Figura produzida por Fernando Jeronimo.

O tabuleiro “D”, além das casas pretas e brancas, apresenta uma linha vermelha, separando-o no meio em duas regiões bem distintas. Esta linha representa uma barreira geografia que isola reprodutivamente as duas populações no tabuleiro, desta forma, todas as etapas do jogo devem ser realizadas de forma que as fichas de cada lado não se misturem. Espera-se que, ao final do jogo, formem-se duas populações fenotipicamente bem distintas, simulando uma seleção do tipo destrutiva. Este tipo de seleção tem como característica a redução do pico médio da curva fenotípica da característica, formando uma disjunção entre as duas extremidades, homozigotos, da curva fenotípica (figura 11). Este tipo de seleção, pode, embora seja improvável, desencadear em fenômenos de especiação do tipo alopátrica (BEGON, TOWNSEND & HARPER, 2009; RIDLEY, 2009).

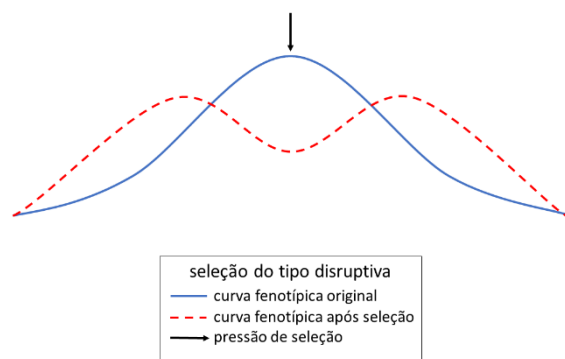


Figura 11: Imagem ilustrativa do efeito de seleção natural do tipo disruptiva sobre a curva fenotípica de uma característica hipotética. Figura produzida por Fernando Jeronimo.

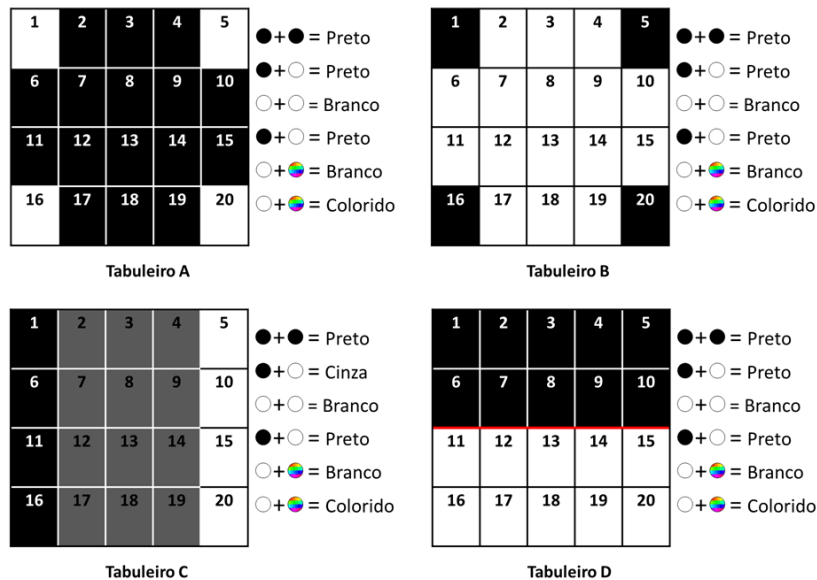


Figura 12: Imagem ilustrativa dos tabuleiros do jogo.

As **cartas de seleção** (cinzas) tem como função simular uma pressão de seleção que direcionará a alteração das frequências alélicas (das fichas) no tabuleiro. Como apresentado no manual de regras, agirão de forma negativa eliminando os fenótipos não adequados ao microambiente (casas do tabuleiro) – de cor diferente da casa, alterando a composição fenotípica total da população. De forma análoga, a pressão expressa pelo sorteio das cartas, representa a ação de um predador visual, que só elimina suas presas do ambiente quando consegue detectá-los, sob outro ponto de vista, quando estas não conseguem se camuflar no ambiente.

As **cartas de mutação** (coloridas) tem como função simular eventos de mutação no gene para a cor, ocasionado então, o surgimento de novos alelos recessivos. Não obstante, estes alelos podem surgir de mutações tanto em alelos dominantes (fichas pretas) ou recessivos (fichas brancas) durante o evento de reprodução, mas nunca serão dominantes sobre qualquer outro alelo pois possuem uma função distinta em relação a coloração dos indivíduos. Quando uma carta de mutação é sorteada, um alelo aleatório é substituído por um da cor indicada na carta, que passa a fazer parte do patrimônio genético da população. De forma geral este alelo deve desaparecer do jogo pois não representa nenhuma vantagem ou desvantagem ao seu portador, embora se apresente visível através do fenótipo. Os alelos surgidos desta forma só serão

replicados ao acaso durante a etapa de compensação, ou por intermédio da carta de seleção artificial. Após sorteada a carta de mutação deverá ser removida de jogo, esta situação é motivada pelo fato de que cada mutação é única e possui origem igualmente única, não obstante ao fato de haverem compensações em relação a função desempenhada (FREIRE-MAIA, 1988; RIDLEY, 2009).

A **carta de seleção artificial** tem como função simular a ação de seleção por intermédio humano, onde um jogador, ao sortear a carta, poderá selecionar a sua vontade, um genótipo que contenha um alelo mutante para reproduzi-lo durante a etapa de reprodução. Após sorteada, esta carta é embaralhada e empilhada com as demais antes do início da rodada seguinte.

As **cartas de deriva genética** têm como função simular eventos derivativos sobre os alelos da população. De forma análoga, esta carta agirá como uma catástrofe que elimina de forma aleatória alguns membros da população, eliminando conseqüentemente seus alelos. Espera-se notar um efeito mais evidente no tabuleiro “C” onde a população está subdividida em duas, e conseqüentemente será mais afetada por este evento. Após sorteada, esta carta deve ser removida de jogo, unicamente por motivos mecânicos, pois tende a se tornar excessivamente mais impactante que os demais fatores.

As **cartas de migração** têm como função simular a troca de indivíduos entre as populações de uma espécie. No contexto do jogo, as populações acessórias a observada no tabuleiro são compostas unicamente por indivíduos homozigotos, logo representarão a transferência de apenas um tipo de alelo. Após sorteada, esta carta deve ser removida de jogo por motivo semelhante ao das cartas de deriva genética.

Na **etapa de seleção** ocorrerá uma das fases mais importante do jogo: a eliminação ou não dos indivíduos do tabuleiro conforme o seu fenótipo. Ao sortear as cartas os estudantes deverão seguir as regras dispostas nestas e em conseqüência submeter a população do tabuleiro a um dos quatro fatores evolutivos por vez. Devido a esta limitação do modelo é importante saber que os fatores evolutivos podem agir de forma contínua e concomitante, assim como podem agir de forma descontínua e alternados, e sobretudo, no panorama geral,

agem de forma independente uns dos outros (FREIRE-MAIA, 1988; RIDLEY, 2009).

A **etapa de compensação** faz-se necessária para compensar a eliminação de fichas do tabuleiro, caso contrário o tabuleiro tenderia a ficar com menos indivíduos a cada rodada (geração). De forma análoga, esta etapa representa a dinâmica de uma população demograficamente estável, onde as taxas de natalidade e mortalidade se igualam a partir de uma taxa de dois descendentes por indivíduo/casal.

A **etapa de reprodução**, assim como a primeira, é fundamental para o bom aproveitamento do jogo. Nesta, todas as fichas que sobraram no tabuleiro somadas as geradas através da etapa de compensação, serão embaralhadas no saco de sorteio e posteriormente serão redistribuídas pelo tabuleiro. A intenção desta etapa é simular uma reprodução panmítica, ao acaso, onde não existem traços de preferência reprodutiva e o fator consanguíneo também é descartado, não havendo, sobretudo nenhum tipo de seleção sexual (HARTL & CLARK, 2010). Isto tem como finalidade embaralhar os alelos transferidos pela geração anterior e redistribuí-los de forma aleatória nos descendentes, para que então, haja uma nova fase de seleção sobre estes. As cartas de mutação, por sua vez eliminarão alelos normais e inserirão alelos mutantes nesta fase, a fim de simular a transferência de características hereditárias unicamente por mutações em células somáticas (RIDLEY, 2009).

A **etapa de distribuição**, assim como a última, tem função organizacional, visando apenas a redistribuição dos pares de fichas (alelos) sobre as casas do tabuleiro. A regra mais importante a ser seguida nesta etapa é a distribuição dos genótipos a partir da ordem numérica das casas. Isto tem como objetivo evitar uma distorção, uma tendência ao favorecimento de um fenótipo específico, que pode ser causada de forma intencional ou não por parte dos jogadores.

Na **etapa de análise da geração** os jogadores devem apenas anotar na tabela os genótipos dos indivíduos da nova geração. É importante que todas as gerações sejam anotadas e que a ordem seja respeitada, visto que o contraste ou não entre a primeira e a última geração analisada servirá como base para argumentação e resolução das questões propostas: (1) A população do tabuleiro

sofreu ação do processo evolutivo? Explique indicando as alterações (ou não) visualizadas; e (2) Explique como cada fator evolutivo (seleção natural, deriva, mutação e migração) agiu sobre a população do tabuleiro indicando como cada um alterou os fenótipos e genótipos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos realizados para a construção deste trabalho conclui-se que os jogos, em *latu sensu*, representam uma atividade humana relevante, que acompanha a evolução da sua cultura e sociabilidade, desde seus primórdios civilizatórios até os dias de hoje, no mundo digital. Notou-se, especialmente, que os jogos se apresentam como uma possibilidade para intermediar um dos processos mais importantes da civilização humana, o processo de ensino-aprendizagem, onde ao integrar elementos lúdicos e educativos, o jogo age como um facilitador para a compreensão e construção de conceitos abstratos e conhecimentos mais complexos. Embora existam poucos estudos publicados mostrando a sua efetividade, especificamente para o tema de evolução, aparentemente existe uma tendência de que esta estratégia alternativa venha a ganhar mais espaço em revistas científicas e consequentemente nas salas de aula.

Sobre outro viés, a partir da elaboração de uma nova proposta de jogo para o ensino de evolução nos níveis médios e superior, conclui-se que o processo de transposição do conteúdo selecionado para os elementos do jogo funciona como um estimulador da criatividade e sobretudo, como um exercício de síntese e estudo aprofundado do tema, revigorando o conhecimento dos desenvolvedores, se apresentando como uma atividade saudável para a vida docente. Por outro lado, nota-se a possibilidade de se desenvolver este tipo material a partir de um custo financeiro zero e ter a sua produção cotada com materiais de baixo custo e fácil obtenção do mercado. Também cumpre-se o objetivo de se apresentar o tema de evolução de uma forma mais lógica e estatística, tratando-o de uma forma objetiva e materialista.

Por último, embora tenha sido optado pela não aplicação do jogo para estudantes pertencentes ao público alvo por questões logísticas e burocráticas, a mecânica do jogo aqui apresentado foi testada de forma metodológica e exaustiva em uma disciplina cursada e este se apresentou funcional para a aprendizagem desse tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTERS, B. J.; ALTERS, S. **Defending evolution in the classroom: A guide to the creation/evolution controversy**. Jones & Bartlett Learning, 2001.

ALVES, F. E. Teoria do design inteligente. **Clinical & Biomedical Research**, v. 35, n. 4, 2015.

AMORIM, A. C. R. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 47-65, 2001.

BARROS, M. D. M.; ZANELLA, P. G.; ARAÚJO-JORGE, T. C. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? Analisando concepções de professores da educação básica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 81-94, 2012.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Artmed Editora, 2009.

BELL, R. C. **Board and table games from many civilizations**. Courier Corporation, 1979.

BELL, R. C. **The boardgame book**. Cavendish House, 1983.

BITTENCOURT, J. R.; GIRAFFA, L. M. Modelando ambientes de aprendizagem virtuais utilizando role-playing games. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. p. 683-692, 2003.

BLACKWELL, W. H.; POWELL, M. J.; DUKES, G. H. The problem of student acceptance of evolution. **Journal of Biological Education**, v. 37, n. 2, p. 58-67, 2003.

BORGES, R. M. R.; LIMA, VM. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007.

BRASIL, BASES LEGAIS–Parâmetros Curriculares Nacionais; MÉDIO, Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino. PCN+ para o Ensino de Ciências e Matemática. **Brasília: Ministério da Educação**, 2002.

BRASIL, M. E. Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC. Brasília**, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação **Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries): Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental, 2002.

BROWNE, J. **A Origem das espécies de Darwin**. Zahar, 2007.

CAILLOIS, R. **Les jeux et les hommes: le masque et le vertige**. Gallimard, 1958.

CAILLOIS, R.; BARASH, M. **Man, play, and games**. University of Illinois Press, 1961.

CALLOIS, R.; PALHA, J. G. **Os homens e os jogos: a máscara e a vertigem**. Lisboa: Cotovia, 1990.

CANDAU, V. M. A didática hoje: uma agenda de trabalho. **Didática, currículo e saberes escolares**. Rio de Janeiro: DP&A, p. 149-160, 2000.

CANTO, A. R.; ZACARIAS, M. A. Utilização do jogo Super Trunfo Árvores Brasileiras como instrumento facilitador no ensino dos biomas brasileiros. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 144-153, 2009.

CARNEIRO, K. T. **O jogo na educação física escolar: uma análise sobre as concepções atuais dos professores**. 2009.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica para uso dos estudantes universitários**. São Paulo: Ed. 1983.

CORRÊA, A. L.; ARAUJO, E. N. N., MEGLHIORATTI F. A.; DE ANDRADE, A. M. História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 2, p. 217-237, 2010.

COSTA, L. O.; MELO, P. L. C.; TEIXEIRA, F. M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. **Ciência e Educação**, p. 115-128, 2011.

DA CUNHA, M.B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DAWKINS, R. **A grande história da evolução: na trilha de nossos ancestrais**. Companhia das Letras, 2009.

DE ALMEIDA, D. F. Concepções de alunos do Ensino Médio sobre a origem das espécies. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 143-154, 2012.

DE DIRETRIZES, Lei. bases da Educação Nacional. 1996.

DE LA TAILLE, Y.; DE OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. Summus Editorial, 1992.

DE OLIVEIRA, A. D. Interação entre música e tecnologia para o ensino de Biologia: uma experiência utilizando a web rádio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 231, 2011.

DE OLIVEIRA, R. C.; PIERSON, A. H. C.; ZUIN, V. G. O uso do Role Playing Game (RPG) como estratégia de avaliação da aprendizagem no Ensino de Química. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The american biology teacher**, v. 75, n. 2, p. 87-91, 2013.

DOMINGOS, D. C. A.; RECENA, M. C. P. Jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Química: a construção do conhecimento. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. pp. 272-281, 2010.

DUSO, L. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 29-44, 2012.

FREIRE-MAIA, N. **Teoria da evolução: de Darwin à teoria sintética**. Editora Itatiaia, 1988.

GHORY, I. Reinforcement learning in board games. Department of Computer Science, **University of Bristol**, Tech. Rep, 2004.

GLICK, T. O programa brasileiro de genética evolucionária de populações, de Theodosius Dobzhansky. **Revista Brasileira de História**, v. 28, n. 56, p. 315-325, 2008.

GOBET, F.; RETSCHITZKI, J.; DE VOOGT, A. **Moves in mind: The psychology of board games**. Psychology Press, 2004.

HACOHEN, M.; MILFORD, K. Karl Popper: The Formative Years, 1902–1945; Politics and Philosophy in Interwar Vienna. In: **History of Philosophy of Science**. Springer Netherlands, 2002. p. 399-404.

HARTL, D. L.; CLARK, A. G. **Princípios de genética de populações**. Artmed Editora, 2010.

HORTA, M. R. O impacto do manuscrito de Wallace de 1858. **Scientiae Studia**, v. 1, n. 2, p. 217-229, 2003.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. **Dicionário Houaiss Eletrônico**. Rio de Janeiro, Objetiva, 2009.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: A Study of the Play-element in Cult**. Beacon Press, 1955.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. Editora da Universidade de São Paulo, Editora Perspectiva, 1971.

JANN, P. N.; LEITE, M F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. pp. 282-293, 2010.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. **Perspectiva**, v. 12, n. 22, p. 105-128, 1994.

KISHIMOTO, T. M. **Brincar e suas teorias**. Cengage Learning Editores, 1998.

KISHIMOTO, T. M.; BOMTEMPO, E.; PENTEADO, H. D.; MRECH, L. M.; MOURA, M. O.; RIBEIRO, M. L. S.; & IDE, S. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez, 1996.

KIST, C. P.; FERRAZ, D. F. Compreensão de professores de biologia sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, 2011.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 2008.

LEE, K. K. Popper's falsifiability and Darwin's natural selection. **Philosophy**, v. 44, n. 170, p. 291-302, 1969.

LOPES, O. R.; CARNEIRO, C. D. R. O jogo "Ciclo das Rochas" para ensino de Geociências. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 1, p. 30-41, 2009.

LUZ, M. T. Notas sobre as políticas de saúde no Brasil de "Transição Democrática": anos 80. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 1, n. 1, p. 77-96, 1991.

MATIAS, C. J.; GRECO, P. J. Cognição & ação nos jogos esportivos coletivos. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 252-271, 2010.

MAYR, E. **O que é a evolução**. Rocco, 2009.

NISKIER, A. **Educação brasileira: 500 anos de história, 1500-2000**. Ed. Consultor, 1996.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 57-79, 2011.

PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 3, 2011.

PARA O ENSINO, Parâmetros Curriculares Nacionais. Médio. **Brasília (DF)**, 1998.

PARLETT, D. S. **The Oxford history of board games**. Oxford University Press, USA, 1999.

POPPER, K. **The logic of scientific discovery**. Routledge, 2005.

PORTO, P. R. A.; MORAIS FALCÃO, E. Br. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafios no ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 13, 2011.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**. Edições Loyola, 2005.

RANDI, M. A. F. **Criação, aplicação e avaliação de aulas com jogos cooperativos do tipo RPG para o ensino de biologia celular**. 26/08/2011. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

REZENDE, M. P. D.; COELHO, C. P. A utilização do Role-Playing game (RPG) no ensino de biologia como ferramenta de aprendizagem investigativo/cooperativa. In: **XXV Congresso de Educação do Sudoeste Goiano, Jataí. Anais do XXV CONADE-25 anos de Universidade no Sudoeste Goiano**. 2009.

RIBEIRO, M. L. S. **História da educação brasileira: a organização escolar**. Autores Associados, 2001.

RICARDO, E. C. As Ciências no Ensino Médio e os Parâmetros os Curriculares Nacionais: da proposta à prática. **Ensaio**. Avaliação e Políticas Públicas em Educação, v.10, n.35, p.141-160, 2002.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 257-274, 2008.

RIDLEY, M. Evolução. 3ª edição. **Porto Alegre: Editora Artmed**, 2006.

RIDLEY, M. **Evolução**. Artmed Editora, 2009.

RIDLEY, M. O que nos faz humanos: genes, natureza e experiência. **Rio de Janeiro: Record**, 2004.

ROSEWATER, M. Ten things every game needs. **Making Magic**, 09 dez. 2011. Disponível em: <http://magic.wizards.com/en/articles/archive/making-magic/ten-things-every-game-needs-part-1-part-2-2011-12-19>. Acesso em: 20 set. 2016.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. Editora Companhia das Letras, 2006.

SALEN, K; ZIMMERMAN, E. **Rules of play: Game design fundamentals**. MIT press, 2004.

SPENCE, I.; FENG, J. Video games and spatial cognition. **Review of General Psychology**, v. 14, n. 2, p. 92-104, 2010.

STAMOS, D. N. Popper, falsifiability, and evolutionary biology. **Biology and Philosophy**, v. 11, n. 2, p. 161-191, 1996.

STEINKUEHLER, C. A. Cognition and literacy in massively multiplayer online games. University of Wisconsin–Madison. **Handbook of research on new literacies**. p. 611-634, 2008.

SUITS, B. What is a Game?. **Philosophy of Science**, p. 148-156, 1967.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. C. J. M.; & KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. **CINTED, UFRGS**, 2004.

VARGENS, M. M. F.; NIÑO-EL-HANI, C. Análise dos efeitos do jogo Clipsitacideos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio

acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 143-168, 2011.

VEIGA, A. P. I. Didática: uma retrospectiva histórica. **Repensando a didática**, v. 5, 1978.

WITTGENSTEIN, L. **Philosophical investigations**. John Wiley & Sons, 2010.

WRIGHT, S. The genetical theory of natural selection. **Essential Readings in Evolutionary Biology**, p. 73, 2014.

ANEXO 1

Lista de jogos testados:

Jogo	Distribuidora	Jogadores	Tempo (min)	Público	Comentários	
1	Banco Imobiliário (Monopoly)	Estrela	2-6	60	8+	Possui elementos das áreas de Economia e Administração que podem ser convertidos para área da Ecologia, fazendo alusão à obtenção e administração de recursos ou de energia. Temas relacionados a história de vida podem ser bem explorados à partir desta mecânica. Competitivo
2	Bang!	Grow	4-7	40	10+	Possui elementos cooperativos e competitivos. Estimula o trabalho em equipe e a detecção dos oponentes e aliados.
3	Black Stories	Galápagos	2+	10	12+	Possui uma mecânica de narrativa e perguntas para a resolução de um problema. Este formato pode ser adaptado para abordar temas da Educação Ambiental de maneira interdisciplinar, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas.
4	Blokus	Alary Games	2-4	30	7+	Possui um mecânica lógica-estratégica de emboscada. Competitivo.
5	Bonanza	Copag	3-5	45	12+	Possui uma mecânica simples de negociação de recursos, viável para utilização em temas de ecologia visando o ensino de trade-off. Competitivo.
6	Cara-a-cara	Estrela	2	15	6+	Possui uma mecânica de lógica e identificação de características. A mecânica pode ser bem utilizada para ensino de conteúdos relacionados a biodiversidade animal e vegetal. Outras questões relacionadas a evolução (adaptações) podem ser bem inseridas nesta mecânica). Competitivo.

7	Carcassone	Grow	2-5	45	8+	Possui uma mecânica complexa de estratégia a longo prazo. Competitivo
8	Imagem e Ação	Grow	4-8	60	10+	Possui uma mecânica diversa que envolve vários aspectos cognitivos como coordenação motora, lógica, linguística, habilidade artística. Competitivo e cooperativo.
9	Colonizadores de Catan	Grow	3-4	75	10+	Possui uma mecânica complexa baseada em estratégia, administração de recursos. Competitivo.
10	Dungeon & Dragons	Wizards of the Coast	3+	60	12+	Possui uma mecânica de interpretação complexa fundamentalmente cooperativa. Versões simplificadas da mecânica podem ser adaptadas para vários temas da biologia como biologia celular, ecologia, evolução.
11	Jogo da Memória	Copag	2-6	10	5+	Requisita habilidades de memorização. Pode ser adaptado para níveis educacionais mais básicos para auxiliar na consolidação de conteúdos gerais. Competitivo.
12	Jogo do Mico	Copag	2-6	20	6+	Envolve elementos de administração e sorte. Adaptação idem ao jogo da memória. Competitivo
13	Lince	Grow	2-6	30	6+	Possui uma mecânica simples de detecção de imagens e formação de imagem de procura. Competitivo.
14	Magic the Gathering	Wizards of the Coast	2-4	30	10+	Possui uma mecânica complexa de estratégia. Pode ser adaptado para temas da ecologia e evolução, envolvendo questões como biomas e adaptações. Competitivo.
15	Munchikins	Fireside Games	1-6	60	10+	Possui elementos de negociação de recursos, sendo cooperativo e competitivo. Pode ser adaptado para temas relacionados a adaptações e nicho.
16	Perfil	Grow	2-6	60	7+	Possui uma mecânica de associação de características à um objeto. Pode ser amplamente utilizado para a consolidação

						de conteúdos diversos, previamente trabalhados. Competitivo e cooperativo.
16	Quissama	Ludens Spirit	2-5	25	10+	Possui uma mecânica complexa de administração de recursos e estratégia. Competitiva.
17	Scotland Yard (Detetive)	Grow	2-8	60	10+	Possui uma mecânica complexa de associação de evidências para a resolução de um problema proposto. Pode ser adaptada para aulas relacionadas a fisiologia (patologia), educação ambiental (problemas ambientais). Competitivo/cooperativo.
18	Scrabble	Mattel	2-4	30	10+	Possui uma mecânica simples para a construção de palavras-cruzadas. Pode ser utilizado para consolidação de conteúdos diversos. Competitivo.
19	Super Trunfo	Grow	2-6	15	7+	Possui uma mecânica simples de análise de características e comparação. Bom potencial para utilização em aulas relacionadas a biodiversidade e evolução. Competitivo
20	War	Grow	2-6	90	10+	Possui uma mecânica complexa de administração de recursos e estratégia de conflito. Competitivo.

ANEXO 2

Peças do jogo

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

●+● = Preto

●+○ = Preto

○+○ = Branco

●+○ = Preto

○+🌈 = Branco

○+🌈 = Colorido

Tabuleiro A

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

●+● = Preto

●+○ = Preto

○+○ = Branco

●+○ = Preto

○+🌈 = Branco

○+🌈 = Colorido

Tabuleiro B

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

●+● = Preto

●+○ = Cinza

○+○ = Branco

●+○ = Preto

○+🌈 = Branco

○+🌈 = Colorido

Tabuleiro C

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

●+● = Preto

●+○ = Preto

○+○ = Branco

●+○ = Preto

○+🌈 = Branco

○+🌈 = Colorido

Tabuleiro D

Mutação Durante a reprodução remova uma ficha do saco e adicione uma ficha AZUL	Mutação Durante a reprodução remova uma ficha do saco e adicione uma ficha ALARANJADA	Mutação Durante a reprodução remova uma ficha do saco e adicione uma ficha VERDE	Mutação Durante a reprodução remova uma ficha do saco e adicione uma ficha VERMELHA	Mutação Durante a reprodução remova uma ficha do saco e adicione uma ficha AMARELA
Evento de Deriva Remova todas as fichas presentes nas casas de 1 a 5	Evento de Migração Troque todas as fichas presentes nas casas de 6 a 10 por fichas pretas.	Evento de Migração Troque todas as fichas presentes nas casas de 16 a 20 por fichas brancas	Evento de Deriva Remova todas as fichas presentes nas casas 11 a 15	Seleção Artificial Na próxima reprodução substitua uma ficha normal por uma mutante (se existir) a sua escolha

Seleção 1 Remova as fichas da casa nº 1 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 2 Remova as fichas da casa nº 2 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 3 Remova as fichas da casa nº 3 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 4 Remova as fichas da casa nº 4 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 5 Remova as fichas da casa nº 5 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.
Seleção 6 Remova as fichas da casa nº 6 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 7 Remova as fichas da casa nº 7 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 8 Remova as fichas da casa nº 8 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 9 Remova as fichas da casa nº 9 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 10 Remova as fichas da casa nº 10 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.

Seleção 11 Remova as fichas da casa nº 11 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 12 Remova as fichas da casa nº 12 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 13 Remova as fichas da casa nº 13 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 14 Remova as fichas da casa nº 14 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 15 Remova as fichas da casa nº 15 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.
Seleção 16 Remova as fichas da casa nº 16 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 17 Remova as fichas da casa nº 17 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 18 Remova as fichas da casa nº 18 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 19 Remova as fichas da casa nº 19 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.	Seleção 20 Remova as fichas da casa nº 20 se o fenótipo expresso por elas NÃO corresponder a cor da casa.

Genótipo Fenótipo	●+●	●+○	○+○	●+●	○+●	●+●
Geração	Preto	Preto (Cinza)	Branco	Preto	Branco	Colorido
0	5	10	5	0	0	0
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

● fichas pretas ○ fichas brancas ● fichas coloridas

Fundo das cartas e tabuleiro:

